Zur Biologie des Flußplanktons

Untersuchungen über das Potamoplankton des Havelgebietes

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

W. Krieger
aus Berlin

Marburg 1927

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Zur Biologie des Flußplanktons

Untersuchungen über das Potamoplankton des Havelgebietes

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

W. Krieger
aus Berlin

Marburg 1927

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Als Dissertation angenommen am 26. September 1926
Berichterstatter: Herr Prof. Dr. Clausfen
Tag der mündlichen Prüfung: 24. November 1926

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Vorwort.

Bei der Untersuchung des Planktons brandenburgischer Gewässer, die zu einem großen Teile zum Elbgebiete gehören, entstand die Frage nach dem Schicksal der Arten im Hauptabfluß der westlichen Hälfte von Brandenburg, der Havel. Zu diesem Zwecke mußte die Verbreitung der einzelnen Formen im Flußlauf festgestellt werden. Dazu war eine mehrfache Bereisung der 337 km langen Havel von der Quelle in der Nähe von Neustrelitz bis zur Mündung in die Elbe nötig, die im Jahre 1924 ausgeführt wurde.

Die Bearbeitung des Materials (es wurden etwa 250 Proben entnommen) erfolgte in der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene zu Berlin-Dahlem. Für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und für die Erlaubnis zur Benutzung der reichen Hilfsmittel des genannten Institutes bin ich dem Präsidenten der Anstalt Herrn Geheimrat Prof. Dr. Beninde zu größtem Dank verpflichtet.

Vor allem sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. Kolkwitz, der mir seine große Erfahrung auf dem Gebiete der Hydrobiologie jederzeit zur Verfügung stellte und mich in freundlichster Weise mit Rat und Tat unterstützte, meinen Dank auszusprechen.

Herrn Dr. R. W. Kolbe, mit dem mich in stets anregender Weise gemeinsame Arbeit verband, danke ich für die Benutzung seiner reichhaltigen Diatomeenbibliothek und Herr Dr. Bethge für liebenswürdige Beschaffung von Material aus der Umgebung von Potsdam.

Schließlich möchte ich Herrn Dr. G. Fischer für die Ausstattung des Buches, besonders für die farbigen Tafeln, danken.

Berlin, den 1. Juni 1926. **W. Krieger.**

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556027_0038

Inhalt.

Seite

Vorwort III

Übersicht über die vorhandene Potamoplankton-Literatur 1

I. Allgemeines

1. Entstehung des Potamoplanktons 2
2. Milieufaktoren 4

II. Die Havel

1. Beschreibung des Gebietes 5
2. Entnahmestellen 6
3. Material zur Feststellung der Jahreskurven 7
4. Chemismus der Havel 7
5. Gefälle der Havel 8

III. Systematische, ökologische und zytologische Bemerkungen zu den in der Havel beobachteten Planktonten

1. Diatomatae

A. Centrales

a) Discaceae

Melosira 8
Stephanodiscus 17
Cyclotella 22
Coscinodiscus 28

b) Solenoidaceae

Attheya 28
Rhizosolenia 29

B. Bilaterales

a) Fragilariaceae

Tabellaria 29
Diatoma 30
Centronella 31
Fragilaria 32
Synedra 34
Asterionella 38

b) Nitzschiaceae

Nitzschia 39

2. Cyanophyceae

Chroococcaceae 40
Rivulariaceae 41
Nostocaceae 41
Oscillatoriaceae 41

Seite

3. Flagellatae
Chrysomonadinae 41
Dinoflagellatae 43
Volvocales 44
4. Chlorophyceae
Tetrasporales 44
Protococcales 44
5. Conjugatae 48
6. Heterocontae 48
IV. Zusammenfassung der Ergebnisse über die Verbreitung der verschiedenen Gruppen des Phytoplanktons in der Havel . 49
V. Vertikale Verbreitung der Phytoplanktonten 52
VI. Anpassung der Planktonten an den Chemismus der Gewässer 55
Zusammenfassung 58
Literaturverzeichnis 61
Register 65

Das Flußplankton ist erst relativ spät Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden, weil die Erforschung der biologisch schärfer begrenzten abgeschlossenen Wasserbecken zunächst wohl mehr Erfolg versprach. In den letzten Jahrzehnten ist jedoch eine ganze Reihe von Arbeiten über das Plankton der Flüsse erschienen; wobei hier gleich hervorzuheben ist, daß es Planktonorganismen, die nur in Flüssen vorkommen, nicht gibt. Der Name Potamoplankton bezeichnet lediglich die von den Seen oft abweichende Zusammensetzung.

Eine Übersicht über die **Literatur** ist vielleicht für spätere Bearbeiter von Nutzen.

Wolga:	Bolochonzew	1903, 1904
	Eldaroff-Serghuéeff	1913
	Zernow	1901
	Zykoff	1902, 1903, 1906_1, 1906_2
Donjec:	Reinhard	1904
Newa:	Skorikow	1902, 1902, 1904, 1905
Weichsel:	Seligo	1920
Schwedische Flüsse:	Lemmermann	1904
Oder:	Bennin	1921, 1923
	Kolkwitz	1911
	Schröder	1897, 1899
	v. Torka	1909
Elbe:	Bethge	1911, 1914, 1925
	Kolbe	1925
	Kolkwitz	1908, 1911
	Kolkwitz u. Ehrlich	1907
	Marsson	1900, 1901
	Prowazek	1899
	Rosenthal	1914
	Ruttner	1906
	Schorler	1897, 1900, 1907
	Selk	1907, 1918
	Volk	1901—1906
Weser:	v. Alten	1913, 1914, 1915
	Kolkwitz	1911
	Lemmermann	1907
Ems:	Quirmbach	1912
Rhein:	Kolkwitz	1911, 1912_1, 1912_2
	Lauterborn	1896, 1901, 1904, 1905, 1906, 1907—10, 1910, 1916—18
	Limanowska	1912
	Marsson	1907—10
	Schenck	1893
Donau:	Brunnthaler	1900, 1907
Großbritannien:	Fritsch	1902, 1903, 1905
	Zacharias	1903
Afrika:	van Oye	1926

Asien:	Brunnthaler	1903
	Lemmermann	1906, 1907
	Meißner	1907
	Ostenfeld	1908
	van Oye	1922
	Zykoff	1903, 1908
Amerika:	Kofoid	1903, 1908
	Lemmermann	1910

Bei manchen Arbeiten handelt es sich nur um eine systematische Auswertung gelegentlicher Aufsammlungen; dazu gehören besonders die Untersuchungen über tropische Flüsse. Andere sind mit Rücksicht auf wasserhygienische Fragen ausgeführt, wie viele Rhein- und Elbuntersuchungen. Den Wechsel des Planktons im Laufe eines Jahres beschreiben die Arbeiten von Schröder, Lemmermann (Weser), Rosenthal, Bethge u. a. Quantitative Untersuchungen stammen von Bennin, Bethge, Rosenthal, Kolkwitz, Kofoid.

I.

Das Plankton eines Flusses wird mehr oder weniger bereichert

1. vom Quellgebiet,
2. vom Heloplankton,
3. vom Limnoplankton,
4. von Kanälen und Nebenflüssen.

Die Quellen selbst und ihre Abflüsse sind ohne Plankton. Der Bewuchs, der im Quellabfluß bei den hier extremen physikalischen und chemischen Bedingungen gedeiht, beeinflußt das Potamoplankton kaum, da die Organismen in ruhigerem Wasser zugrunde gehen. Das gilt für sämtliche Typen, die sich bei schnellfließenden Quellbächen unterscheiden lassen:

1. Hydrurus-Typus.
2. Cyanophyceen-Typus.
   a) kalt (*Leptochaete*, Chamaesiphoneae),
   b) Thermen (Oscillatoriaceae).
3. Diatomeen-Typus (*Meridion*, Naviculeen).
4. Rodophyceen-Typus (*Batrachospermum*, *Chantransia* u. a.).
5. Lichenen-Typus (*Verrucaria*, *Dermatocarpon* u. a.).
6. Bryophyten-Typus (*Scapania*, *Cinclidotus*, *Oxyrhynchium* u. a.).
7. Phanerogamen-Typus (*Berula*, *Cardamine amara* u. a.).

Verbreitert sich der Abfluß, so werden auch die Möglichkeiten zur Planktonbildung vermehrt. Diese ist am geringsten bei starkem Gefälle, obgleich auch dort in ruhigeren Teilen eine reiche Entwicklung von Flagellaten vorhanden sein kann. Jedenfalls wird das Flußplankton durch die Organismenwelt der Bäche mehr oder weniger beeinflußt. Die verschiedenen Typen bilden charakteristische Assoziationen. Im einzelnen ist hier schon eine große Mannigfaltigkeit vorhanden.

1. Gebirgsbäche (Flora der Quellabflüsse und Chlorophyceen).
2. Waldbäche (verschieden durch Beschattung und Laubfall).

3. Sphagnumgräben (Desmidiaceen, Hochmoordiatomeen und -chlorophyceen).
4. Wiesengräben (Diatomeen, Chlorophyceen, Conjugaten).
5. Chausseegräben (nährstoffliebende Chlorophyceen, Diatomeen und Flagellaten).
6. Rieselgräben (Euglenen, Chlamydomonaden).
7. Draingräben (*Leptomitus*, aber auch nährstoffliebende Chlorophyceen und Diatomeen).
8. Industrieabwässer der verschiedensten Art mit wechselnder Mikroflora.

Von weit größerer Bedeutung für das Potamoplankton ist der Auftrieb der Teiche. Vertreter des Heloplanktons finden sich besonders in den stärker eutrophen Flußabschnitten. Die Teiche sind im Gegensatz zu den Seen mehr oder weniger akzessorische Gebilde; man kann im Anschluß an Pflanzenformationen und an den Menschen unterscheiden:

1. Teiche im Laubwald.
2. Teiche im Erlenbruch.
3. Teiche im Nadelwald.
4. Schlenken im Hochmoor.
5. Wiesenteiche.
6. Überschwemmungsteiche.
7. Altwässer.
8. Dorfteiche.
9. Feldteiche.
10. Klärbecken von Industrieanlagen, der Abwässerbeseitigung und Wasserversorgung.
11. Fischteiche.
12. Teiche in Parkanlagen.

Eine genauere Analyse der Assoziationen in den einzelnen Teichtypen würde hier zu weit führen; die Heloplanktonten des Gebietes finden sich in den biologischen Tabellen im Anschluß an den systematischen Teil.

Bei den meisten Flüssen bestimmt das Limnoplankton im engeren Sinne die Zusammensetzung des Flußplanktons, sei es durch Quellseen, Stauseen oder Erweiterungen des Stromes.

In dieser Arbeit werden folgende Seentypen unterschieden:

1. Polytrophe Seen
2. Eutrophe Seen { α-eutroph; β-eutroph; γ-eutroph
3. Dystrophe Seen (*Sphagnum*-Seen)
4. Oligotrophe Seen { Alpenseen; Seen der kälteren Gebiete Europas; *Lobelia-Isoëtes*-Seen

Die Kanäle führen oft ein überaus reiches Plankton in den Fluß, da der Chemismus und die physikalischen Bedingungen für eine Hochproduktion günstig sind. Die Nebenflüsse komplizieren das Bild, weil sich hier alle Verhältnisse des Hauptflusses wiederholen können.

Einen wesentlichen Faktor für das Potamoplankton stellt die Strömungsgeschwindigkeit dar. Das Gesetz, daß der Planktonreichtum eines Flusses im umgekehrten Verhältnis zur Strömungsgeschwindigkeit steht, gilt in dieser Allgemeinheit nur für kleinere Flüsse. Bei größeren Strömen (Rhein, Elbe) tritt eine Kompensation durch den Wasserreichtum ein. Bei relativ großer Geschwindigkeit bleibt dort doch ein reiches Plankton lebensfähig.

Der Gehalt an Detritus dagegen nimmt im allgemeinen mit dem Gefälle zu, wenn auch dort andere Gründe (Untergrund, Regengüsse, Überschwemmungen usw.) von Einfluß sind.

Was den Chemismus anbetrifft, so liegen die Verhältnisse im Fluß nicht so einfach wie in den abgeschlossenen Seen. Abwässer von Fabriken, Endlaugen von Kaliwerken, Hafenanlagen, Rieselgräben, Überschwemmungen, Eutrophierung durch Städte, Schiffsverkehr greifen verändernd in den Chemismus ein, so daß die meisten größeren Flüsse alle Trophiestufen durchlaufen, wenn auch die Extreme wegfallen können.

Ich möchte hier eine Übersicht anfügen, die die Faktoren zusammenfaßt, die Menge und Zusammensetzung des Planktons eines Flusses bestimmen.

	Chemismus	Strömungsgeschwindigkeit	Wassermenge	Detritusgehalt	Temperatur
Oligotypus	oligotroph	langsam	Bach	klar	kalt
Mesotypus	eutroph	—	Fluß	—	—
Polytypus	polytroph	schnell	Strom	trübe	warm

Bei wechselnder Zusammenstellung zu je 5 Elementen ergeben sich über 100 Kombinationen. Diese Zahl wird ganz bedeutend vermehrt, wenn der Chemismus weiter zergliedert wird, etwa unter Zugrundelegung der Einar Naumannschen Milieuspektra (1921); er unterscheidet für Ca, P, N, O, CO_2 oligotrophe, eutrophe und polytrophe Gewässer. Diese große Fülle der Gewässertypen erklärt zum Teil die außerordentliche Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung des Planktons, wenn auch in manchen Fällen der Zufall eine Rolle spielen mag.

II.

Es handelte sich für den Verfasser darum, die angedeuteten Untersuchungsmethoden auf einen Fluß zu vereinigen. Er hat dazu die Havel gewählt. Sie liegt zwar in ihrer ganzen Ausdehnung im Tieflande, erscheint aber aus verschiedenen Gründen für die Untersuchung

geeignet. An morphologischer Mannigfaltigkeit und Planktonreichtum ist sie für ein Flachlandgewässer kaum zu überbieten.

Ein Blick auf die beigefügte Karte läßt im Flußlauf deutlich vier Abschnitte erkennen.

Abschnitt I ist durch den Reichtum an Seen charakterisiert, die zum Teil eine erhebliche Größe besitzen.

Quellsee I	Jäthen-See	Großer Priepert-See
Quellsee II	Görtow-See	Ellenbogen-See
Dambecker See	Zierz-See	Ziern-See
Röth-See	Useriner-See	Menow-See
Käbelick-See	Großer Labus-See	Röblin-See
Granziner See	Woblitz-See	Schwedt-See
Pagel-See	Drewen-See	Stolp-See.
Zotzen-See	Finow-See	

Die Strömungsgeschwindigkeit ist gering.

Abschnitt II reicht vom Stolpsee bis Hennigsdorf nördlich von Spandau. Er zeichnet sich durch vollkommenes Fehlen von Seen aus. In reich gewundenem Lauf fließt die Havel hier mit größerer Geschwindigkeit.

Abschnitt III ist wieder seenreicher. Potsdam und Brandenburg liegen in diesem landschaftlich schönen Gebiet. An Seen sind vorhanden:

	Größe ha	Größte Tiefe m
Havel-See	101,48	—
Seeartig erweiterte Havel nördlich Potsdam	—	—
Ebenso südlich Potsdam	—	—
Schwielow-See	667,4	8,9
Zern-See	250,3	8
Göttin-See	118,26	6
Trebel-See	296,39	3,5
Breitling-See	480,96	5,6
Plauer See	661,95	6,7

Abschnitt IV ist wieder ohne Seen, aber relativ wasserreich mit größerer Geschwindigkeit als Abschnitt III. Charakteristisch für diesen Teil ist auch der gewundene Lauf und der Reichtum an Inseln und Altwässern.

Um die Zusammensetzung des Planktons kennen zu lernen, wurden an möglichst verschiedenartigen Stellen des Laufes Proben entnommen, und zwar eine Serie in der Zeit vom 10.—23. April 1924 und eine zweite vom 25. Juli bis 8. August desselben Jahres.

Verzeichnis der Entnahmestellen:

Frühjahr

Havel bei Blankenförde
Zierz-See
Großer Labus-See
Woblitz-See
Havel bei Ahrensberg
Finow-See
Großer Priepert-See
Ellenbogen-See
Ziern-See
Menow-See
Havel bei Steinförde
Röblin-See
Schwedt-See
Stolp-See
Havel bei Bredereiche
„ „ Liebenwalde
„ „ Sachsenhausen
„ „ Borgsdorf
„ „ Heiligensee
„ „ Sakrow
„ „ Geltow
„ „ Baumgartenbrück
„ „ Phöben
„ „ Brandenburg
Möserscher See
Quenz-See
Havel bei Plaue
Havel vor der Mündung

Sommer

Quellsee II
Quellsee II (Ausfluß)
Dambecker See
Röth-See
Havel bei Kratzeburg
Käbelick-See
Havel oberhalb Granzin
Granziner See
Pagel-See
Havel bei Babke
Jäthen-See
Havel bei Blankenförde
Useriner See
Großer Labus-See
Woblitz-See
Drewen-See
Finow-See
Großer Pripert-See
Ziern-See
Menow-See
Havel bei Steinförde
Röblin-See
Schwedt-See
Stolp-See

Havel bei Bredereiche
„ „ Regow-Schleuse
„ „ Ablage Runde Eiche
„ unterhalb Zehdenick
„ bei Krewelin
„ „ Liebenwalde
„ „ Sachsenhausen
„ „ Borgsdorf
„ „ Tegelort
„ „ Pichelsdorf
„ „ Templin
„ „ Geltow
Havel bei Werder
„ „ Phöben
Göttin-See
Havel bei Ketzin
Trebel-See
Havel bei Götz
„ „ Brandenburg
Quenz-See
Havel bei Plaue
„ „ Havel bei Pritzerbe
„ „ Rathenow
„ vor der Mündung

Zur Orientierung über den Wechsel der Planktonten im Laufe eines Jahres wurden an der Langen Brücke in Potsdam, bei der die Havel immer eisfrei ist, etwa alle 14 Tage Proben entnommen. Diese Serie verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Bethge (Potsdam), der sich auch bei oft recht ungünstiger Witterung der Mühe unterzog, mir Material für die Untersuchung zu entnehmen. Die Proben stammen von folgenden Tagen:

16. 9. 24	2. 2. 25	5. 5. 25
28. 9. „	9. 2. „	12. 5. „
9. 10. „	12. 2. „	19. 5. „
28. 10. „	16. 2. „	26. 5. „
10. 11. „	24. 2. „	22. 6. „
17. 11. „	13. 3. „	24. 6. „
2. 12. „	17. 3. „	1. 7. „
8. 12. „	24. 3. „	6. 7. „
15. 12. „	31. 3. „	26. 7. „
30. 12. „	7. 4. „	19. 8. „
5. 1. 25	15. 4. „	26. 8. „
12. 1. „	21. 4. „	1. 9. „
19. 1. „	28. 4. „	9. 9. „
26. 1. „		16. 9. „

Für die Verbreitung der Arten im Stromgebiet ist also einerseits die Morphologie des Flußbettes verantwortlich zu machen, andererseits spielen chemische Differenzen eine Rolle. Einige Analysen ergaben folgende Befunde:

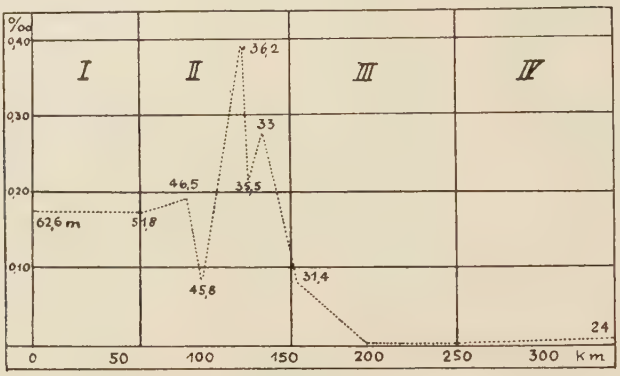
		mg Cl im l	mg $KMnO_4$-Verbrauch pro l
Fürstenberg	6. 3. 14	19	25
Zehdenick	3. 10. 25	20	34
Oranienburg	15. 10. 25	27	29
Spandau	11. 10. 25	24	33
Werder	20. 10. 25	63	30
Premnitz	2. 8. 21	84	44
Rathenow	7. 10. 25	80	38

In bezug auf den $KMnO_4$-Verbrauch gehört die Havel zu den mesotrophen Gewässern, für die Einar Naumann 25—50 mg Literverbrauch annimmt.

Die steigenden Zahlen deuten auf eine Eutrophierung des Mittel- und Unterlaufes durch Städte und Fabrikabwässer hin.

Um den Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit auf das Plankton im untersuchten Gebiet feststellen zu können, wurde eine Kurve ent-

worfen (S. 8), die das Gefälle der Havel darstellt. Die größten Werte kommen im Abschnitt II vor (0,39 Prom.), die geringsten im Abschnitt III (0,01 Prom.). Interessant ist ein Vergleich mit Kurve 46, deren Verlauf entgegengesetzt ist. Bei den einzelnen Beobachtungsstellen sind die Höhen über dem Meeresspiegel in die Kurve eingetragen.



Gefälle der Havel.

III.

Die nun folgende Zusammenstellung der Phytoplanktonten des Havelgebietes enthält nicht nur rein systematische Gesichtspunkte. Nach Möglichkeit wurden ökologische, zytologische und geographische Merkmale zur Trennung der Arten benutzt. Die Diatomeen, die im untersuchten Gebiet die Hauptmenge des Planktons ausmachen, sind etwas breiter behandelt, da es bei ihnen manches zu klären gab.

1. Diatomatae.

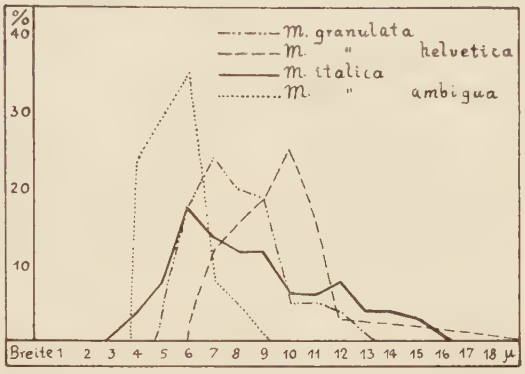
Melosira granulata (Ehrbg.) Ralfs.

1880. van Heurck, H., Synopsis, T. 87, F. 12, 14.
1903. Müller, O., Sprungweise Mutation, T. 17, F. 6—8.
1925. Bethge, H., Melosira, T. 1, F. 1.

Die Art ist sofort an den Endzellen zu erkennen (Abb. 1). Diese tragen lange Dornen und haben der Längsachse des Fadens parallel gerichtete Reihen von groben Poren. An allen anderen Zellen sind die Porenreihen s-förmig gebogen. Wislouch (1924) faßt darum die hierher gehörigen Formen zur Sektion Heterostriatae zusammen. Die Streifung ist grob, etwa 8—10 Reihen auf 10 μ. In jüngeren Zellen ist der Abstand etwa der gleiche, nur treten die Poren nicht so scharf hervor. Mehr als 11 Reihen auf 10 μ kommen im allgemeinen bei der typischen Art nicht vor. Die Enddornen haben bei wechselnder Breite der Zellen eine Länge von etwa 12 μ; sie treten je nach dem Durchmesser der Zellen zu 1--6 auf. Daneben sind noch kürzere Dornen in verschiedener Größe und Zahl ausgebildet.

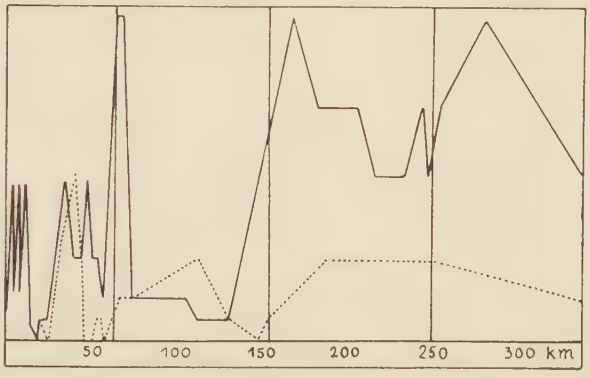
Die Schalenseite ist unregelmäßig punktiert, oft sind nur wenige Punkte vorhanden.

Der Durchmesser der Fäden ist sehr verschieden. Es gibt grob punktierte Zellen, die nur 4 μ dick sind, während andererseits Keimfäden in einer Breite von 30 μ und mehr vorkommen. In der Kurve 1 ist die Breite der häufigsten *Melosira*-Arten von je 100 Exemplaren gemessen. Es ist daraus zu ersehen, daß *Melosira granulata* ein Häufigkeitsmaximum bei 7 μ hat.



Kurve 1.

Gleichzeitig ist 7 μ die Durchschnittsbreite der Mutterzellen der Auxosporen, was dagegen sprechen würde, daß diese bei ungünstigen Lebensbedingungen auftreten, zumal sie in der Hauptentwicklungszeit der Alge zu finden sind. Die Durchschnittsbreite der Auxosporen ist etwa 22 μ, so daß das Vergrößerungsverhältnis etwa 1:3,1 beträgt. Ihre Skulptur geht aus Abb. 1 a hervor, wobei man auf die Verschiedenheit der Zellhälften achten möge, die auch bei den anderen Arten zu beobachten ist. Die Auxosporen treten in Brandenburg im Sommer auf, sie wurden von Juni bis August beobachtet.



Kurve 2. *Melosira granulata*[1]).

Melosira granulata ist β-mesosaprob. Ihre Verbreitung in der Havel geht aus Kurve 2 hervor.

Diese zeigt deutlich die bessere Entwicklung in dem durch Berlin eutrophierten Unterlauf. Ein zweites Maximum ist bei dem ebenfalls eutrophen Stolpsee vorhanden.

1) Wenn bei den Kurven nichts anderes bemerkt ist, stellen sie die Verbreitung einer Art im Havellauf dar. Die ausgezogene Linie bezeichnet das Sommervorkommen, die punktierte Linie die Aprilkurve. Auf der Abszisse sind die Entfernungen von der Quelle in km eingezeichnet, auf der Ordinate die Häufigkeitsgrade (fehlend — selten — sehr zerstreut — zerstreut — häufig — dominierend). Die senkrechten Linien trennen die 4 in der Karte auf S. 5 unterschiedenen Abschnitte.

Aus der Jahreskurve 3, die für die mittlere Havel gilt, ist zu erkennen, daß das Frühjahr für die Entwicklung am ungünstigsten ist und ein ausgedehntes Maximum von Juni bis Oktober vorhanden ist.

Zytologisch ist *Melosira granulata* wenig untersucht. Die Größe des Kernes schwankt infolge der Variabilität der Zellbreite (2—40 μ) innerhalb weiter Grenzen von 1 μ bis etwa 15 μ. Seine Form richtet sich im allgemeinen nach der Gestalt der Zelle. Bei der schlanken Varietät *angustissima* O. Müller ist der Kern langgestreckt, mit fortschreitender Zellbreite verkürzt er sich immer mehr, und in dicken Fäden ist er quergestellt.

Kurve 3. *Melosira granulata.*

Die Lage des Kernes ist für *Melosira (granulata — italica — ambigua)* charakteristisch. Er liegt hier der Mitte der Längswand an.

Die Struktur des Ruhekerns [Tafel IV (I)] ist ebenfalls für die genannte Artengruppe bezeichnend. Es ist gewöhnlich ein großer Nukleolus vorhanden, der den größten Teil des Keimes einnimmt. Die Chromatinsubstanz zeigt unregelmäßige Anordnung.

Das reichlich entwickelte Volutin ist entweder in kleinen Portionen über die ganze Zelle verteilt, oder es tritt zu zwei Kugeln zusammen, von denen je eine in jeder Hälfte liegt. Zuweilen bildet die gesamte Volutinsubstanz eine große Kugel am Ende der Zelle.

Die Gestalt und Lage der Chromatophoren ist ebenfalls charakteristisch für die vorliegende Artengruppe. Sie liegen der Zellwand an und haben die Form unregelmäßig begrenzter Plättchen.

Bei der Teilung ziehen sich zunächst die beiden Zellhälften auseinander. Der gesamte Vorgang ist gut zu beobachten, da die junge Wandung zart und zunächst noch ohne Skulptur ist.

Der Kern lockert sich dabei auf und nimmt bedeutend an Größe zu (II). Beobachtet wurde eine Verdreifachung des Durchmessers. Eine Kernmembran ist nicht erkennbar. Die Chromatinsubstanz, die vorher ziemlich unregelmäßig angeordnet war, bildet Körnchen von gleicher Größenordnung (II). Die Körnchen treten zu Chromatinfäden zusammen (III). Diese wieder vereinigen sich zu Chromosomen (IV). Gleichzeitig verschwindet der Nukleolus. Die nächsten Vorgänge finden in der Kernhöhle statt, deren Umrisse noch undeutlich zu erkennen sind. Zunächst ist eine auffällig starke Kontraktion nach der Kern-

mitte festzustellen (V). Ein Zentrosom wurde trotz eifrigen Suchens nicht beobachtet.

Das Auseinanderweichen der Kernplatten zeigt (VI) und (VII). Bei (VII) sind die Kernplatten gegeneinander verschoben schräg von oben zu erkennen. Dabei sieht man die kreisförmige Anordnung der Chromosomen und die mittlere Öffnung in der Kernplatte. Zugfasern gelangten in diesem Stadium nach Färbung mit Eisenhämatoxylin zur Beobachtung. In (VIII) ist noch ein zarter Verbindungsfaden zu sehen, der ebenfalls das Vorhandensein von Zugfasern wahrscheinlich macht. In diesem Stadium hat sich auch der Zellinhalt geteilt, eine Zellwand ist noch nicht gebildet. Diese tritt erst im Stadium (IX) auf. Die Kerne sind jetzt vollständig voneinander getrennt, die Chromosomen liegen in unregelmäßiger Anordnung dicht nebeneinander. In (X) tritt wieder die fädige Struktur wie in (III) auf und Stadium (XI) bildet ein Analogon zu (II). Jetzt ist auch schon etwas von der Wandstruktur zu erkennen, sie tritt zuerst in der Nähe der Querwand auf und ist zunächst äußerst zart.

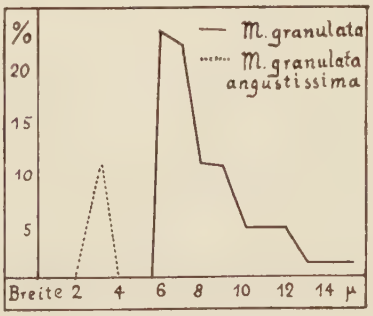
Stadium (XII) zeigt die fertigen Tochterkerne. Die jungen Zellhälften zeichnen sich zunächst durch zarte Struktur aus. Diese Verschiedenheit hielt Otto Müller (1903) für Mutation; sie erklärt sich indessen ungezwungen durch das Alter der Zellen.

Der beschriebene Kernteilungsmodus tritt bei den Diatomeen anscheinend nicht selten auf (Gemeinhardt 1926_1 und 1926_2).

Melosira granulata angustissima O. M.

1899. Müller, O., El Kab, T. 12, F. 28.
1904. Müller, O., Njassa, T. 4, F. 12.

Diese Alge steht der typischen *M. granulata* nahe (Abb. 2). Sie unterscheidet sich zunächst durch den geringeren Durchmesser der Zellen, er beträgt nur 2—4 µ. Das würde zur Aufstellung einer Varietät nicht genügen, da die Melosiren in dieser Beziehung sehr veränderlich sind. Finden sich jedoch beide Formen in einer Probe, so sind sie scharf voneinander getrennt. Kurve 4 stellt einen solchen Fall dar. Auf der Abszisse ist die Zellbreite, auf der Ordinate der Prozentsatz der gemessenen Exemplare angegeben. Die Varietät war hier seltener als die Hauptform; das Umgekehrte findet sich ebenfalls. Die Anordnung der Punkte ist die gleiche wie bei der Hauptform, nur kommen 13 bis 15 Reihen auf 10 µ. Die Endzellen tragen einen langen, zarten Stachel von etwa 12 µ Länge.



Kurve 4.

Die Varietät ist zuweilen als Kümmerform von *M. granulata* angesehen worden. Dagegen ist jedoch manches einzuwenden: Sie ist neben der Hauptform ohne Übergänge gut entwickelt, immer charakteristisch ausgebildet und zuweilen in Massenentwicklung vorhanden. Auch die Anzahl der Striae trennt sie scharf von der typischen Art.

Im Gebiet ist sie Sommerform und im Plankton vieler Seen, besonders nährstoffreicher Landseen, nicht selten.

Der Zellinhalt (Taf. V, Fig. 1) bietet ein ähnliches Bild wie bei der Hauptform; im einzelnen zeigt er durch die schmale Form bedingte Modifikationen. Es sind nur wenige Chromatophoren vorhanden (3—4), der Zellkern ist in der Fadenrichtung gestreckt. Das Volutin bildet kleine Kügelchen in der Nähe der Chromoplasten.

Melosira granulata curvata Grun.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 87, F. 18.
1904. Ostenfeld, C. H., Thingvallavatn, S. 232, F. 4, 5.

Denkt man sich die var. *angustissima* korkenzieherartig aufgerollt, so hat man die vorliegende zierliche Form (Abb. 8). Die Anzahl der Windungen ist verschieden, als Höchstzahl wurde 12 beobachtet. Die Enddornen werden seltener gefunden, meist sind sie auch kürzer; sonst möge man die Beschreibung von *M. granulata angustissima* O. Müller vergleichen. Die äußere Gestalt ist jedoch so charakteristisch, daß die Abtrennung als Varietät berechtigt erscheint. Bruchstücke sind wohl die als *Melosira granulata curvata* Grun. bezeichneten Formen. Dieser Name muß also zur Bezeichnung der Varietät Verwendung finden. O. Müller (1906) stellt sie zu *M. italica*, er hat die Enddornen anscheinend nicht gesehen.

Sie gehört im Flußplankton zu den selteneren Erscheinungen, ist jedoch in manchen norddeutschen Seen reichlich zu finden, und zwar besonders im Sommer.

Melosira granulata helvetica (O. Müller) A. Cleve.

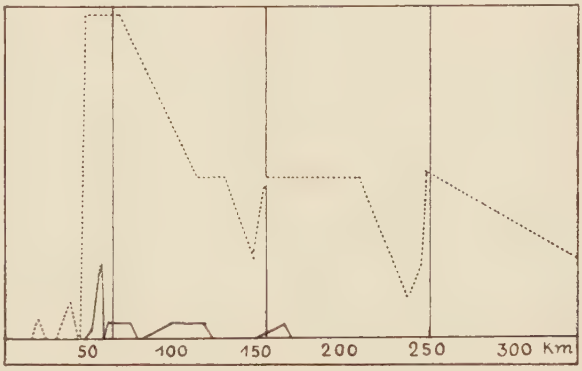
1880. van Heurck, Synopsis, T. 88, F. 1—3.
1906. Müller, O., Pleomorphismus, T. 1, F. 8—11.
1912. Cleve-Euler, A., Das Bacillariaceen-Plankton in den Gewässern bei Stockholm, S. 130, F. 1—3; S. 132, F. 4—6; S. 134, F. 10; S. 232, F. 16; S. 242, F. 17—20; S. 245, F. 22.
1912. Meister, Fr., Kieselalgen, T. 1, F. 8.
1925. Bethge, H., Melosira, T. 1, F. 2—4.

Während die bisher beschriebenen Formen von *M. granulata* Enddornen besitzen, fehlen diese bei der var. *helvetica* (Abb. 4). Mit dornenlosen Bruchstücken von Fäden von *M. granulata typica* ist sie bis zu den neuesten Arbeiten verwechselt worden. Die Beobachtungen von Dornen durch frühere Bearbeiter (A. Cleve 1912, H. Bethge 1925) sind nicht ganz sichergestellt. Verfasser hat bei Tausenden von Exemplaren keine bedornte Endzelle gesehen.

Die Porenreihen verlaufen im Gegensatz zur typischen Form parallel zur Längsachse des Fadens (Rectistriatae bei Wislouch 1924). Geringe Abweichungen kommen jedoch vor. Die Zellwand ist nicht immer zarter als bei der Hauptform. Die Poren sind feiner, die Reihen stehen enger, 12—14 auf 10 μ. Die Schalenseite ist äußerst fein punktiert.

Die Fäden sind im Durchschnitt breiter. In der Kurve 1 hat *M. granulata helvetica* (O. Müller) A. Cleve ein Maximum bei 10 μ, die Breite schwankt zwischen 6 und etwa 30 μ (Keimfäden).

Astrid Cleve-Euler (1912) hat sich um die Erforschung der Form bemüht. Sie hat besonders die Gemischtporigkeit studiert und eine Erklärung für den Übergang der verschiedenen Formen (Status α, β, γ) ineinander versucht. Sie hat Dickenwachstum und besondere embryonale Zonen dafür verantwortlich gemacht. Die starkwandigen Fäden fand sie besonders im Wasser von geringer Temperatur. Auch im Gebiet ist diese Form im Frühjahr häufig. Meines Erachtens erklärt sich die verschiedene Wandstärke aus dem Wechsel der Wassertemperatur in einfacher Weise. Die jungen Zellen werden dünnwandiger bei steigender Temperatur und starkwandiger im entgegengesetzten Falle.



Kurve 5. *Melosira granulata helvetica.*

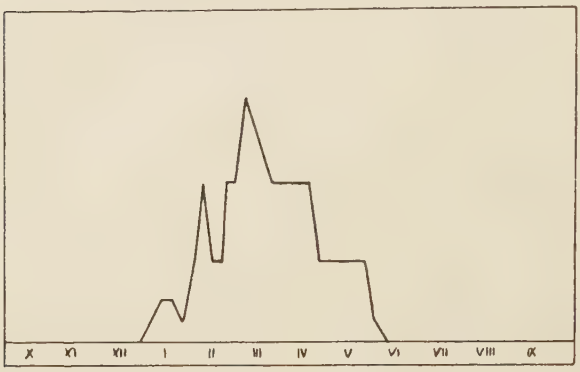
Die Auxosporen messen im Durchschnitt 24 μ, das Vergrößerungsverhältnis ist 1:2,4. Die Zeichnung der Auxosporen ist zarter als bei der Hauptform (Abb. 4a). Gute Abbildungen, die über Lage zum Faden und Keimung orientieren, finden sich bei A. Cleve (1912 I und II), O. Müller (1906), H. Bethge (1925).

Eine Periodizität ihrer Entstehung mit einem Zwischenraum von mehreren Jahren ist für das Gebiet nicht nachzuweisen; in der Havel sind sie in jedem Frühjahr reichlich zu finden, besonders im Oberlauf. Dasselbe berichtet A. Cleve (1912) aus den Gewässern bei Stockholm.

Melosira granulata helvetica ist im Mittel- und Unterlauf von Spree und Havel im April oder Mai dominierende Planktonalge (Kurve 5), in den übrigen Gewässern Brandenburgs aber bei weitem seltener als *Melosira granulata typica.*

Die Jahreskurve 6 zeigt ein ausgesprochenes Maximum im Frühjahr und ein vollständiges Fehlen im Sommer und Herbst. Interessant

ist ein Vergleich mit *Melosira granulata typica,* die anscheinend gerade entgegengesetzte Existenzbedingungen hat und zur Hauptentwicklungszeit von *Melosira granulata helvetica* ein Minimum aufweist. In der Arbeit von Bethge (1905) ist auf S. 64 ebenfalls eine Jahreskurve von *M. granulata helvetica* dargestellt, die einen völlig anderen Verlauf hat. Die quantitativen Untersuchungen des genannten Autors wurden mit der Planktonkammer ausgeführt. Da man dabei Immersionssysteme nicht anwenden kann, ist eine Unterscheidung von der typischen *Melosira granulata* oft kaum möglich. Die Kurve bei Bethge enthält beide Formen.



Kurve 6. *Melosira granulata helvetica.*

Vielleicht ist die Varietät nur eine Saisonform von der Hauptart. Darüber könnten wohl nur Kulturversuche Auskunft geben.

Der zweite große Formenkreis der Planktonmelosiren umfaßt *Melosira italica* und ihre Varietäten. Die Porenreihen dieser Gruppe stehen enger als bei *Melosira granulata,* sind mehr oder weniger s-förmig gebogen (Sigmostriatae bei Wislouch 1924) und gegen die Zellgrenzen hin durch stärkere Punkte und Striche oder durch über die Zellwand hinausragende Stacheln betont.

Melosira italica Kützing.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 88, F. 16, 18, 19.
1906. Müller, O., Pleomorphismus, T. 2, F. 1—6.
1912. Meister, Fr., Kieselalgen, T. 1, F. 12.
1925. Bethge, H., Melosira, T. 2, F. 17, 18, 18a.

Melosira italica Kützing (Abb. 5) ist eine Form, die trotz ihrer Zartheit mehr im Benthos lebt; sie bevorzugt flache Gewässer, Teiche und Gräben.

Die Poren sind fein und meist strichförmig, die Reihen stehen steil und eng, zu 18—24 auf 10. Die Schalenseite ist sehr zart und unregelmäßig punktiert, hier ist die Skulptur nur mit den besten Systemen und in guten Einbettungsmedien zu erkennen. Bemerkenswert sind die zarten Stacheln, die die Punktreihen abschließen; sie sind 1—3 μ lang.

Die Zellbreite schwankt, wie die Kurve 1 zeigt, innerhalb recht weiter Grenzen. Ein Häufigkeitsmaximum ist bei 6 μ, Keimfäden sind wieder bis 30 und mehr μ breit.

Die Auxosporen (Abb. 5a) bilden sich fast immer an zwei benachbarten Zellen, so daß hantelförmige Gebilde entstehen. Sie sind ebenfalls zart strichförmig gezeichnet. Die Größe von 10 gemessenen Auxosporen betrug 28—30 μ, die Mutterfäden maßen 7—8 μ, so daß ein Vergrößerungsverhältnis von 1:4 vorhanden ist. Abbildungen, die über Lage zum Faden und Keimung orientieren, bei O. Müller (1906).

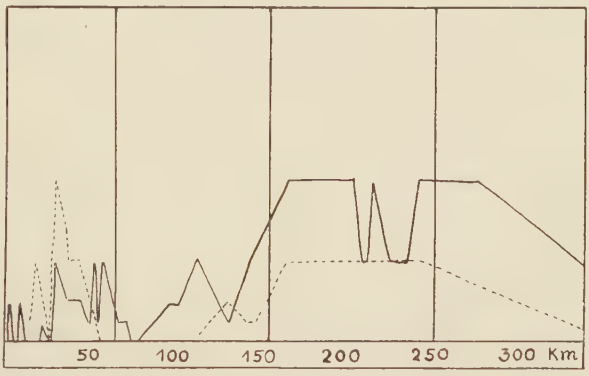
Die von O. Müller (1906) beschriebenen Dauersporen kommen fast an jedem Standort vor.

Melosira italica ambigua (Gr.) Wislouch.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 88, F. 9, 10, 12—15.
1904. Müller, O., Njassa, T. 3, F. 4, 5; T. 4, F. 8—10.
1925. Bethge, H., Melosira, T. 2, F. 2, 5.

Melosira italica ambigua (Gr.) Wislouch ist eine echte und sehr weit verbreitete Planktonform, die sich sowohl in kleinen *Sphagnum*-Seen wie in großen eutrophen Landseen findet und vom Polarkreis bis zu den Tropen beobachtet ist (Abb. 6).

Die Zellbreite ist geringer als bei der Hauptform. Kurve 1 zeigt zwar auch ein Häufigkeitsmaximum bei 6 μ, doch schwankt die Breite nicht innerhalb so weiter Grenzen. Es kommen sehr dünne Fäden von 3 μ vor, die oft mit *Melosira granulata angustissima* O. M. verwechselt werden, der Endstachel bei der *Granulata*-Varietät läßt dann aber eine sichere Bestimmung zu. Keimfäden sind bis etwa 22 μ breit.



Kurve 7. *Melosira italica ambigua.*

Die Poren sind fein und punktförmig. Die Reihen, die stark S-förmig gebogen sind, stehen zu 16—18 auf 10 μ. Gegen das Ende der Zellen ist ein Kranz von stärkeren Punkten vorhanden, die mit den darunter stehenden zu Strichen verschmelzen können. Die Endzellen der Fäden können kleine Stacheln tragen.

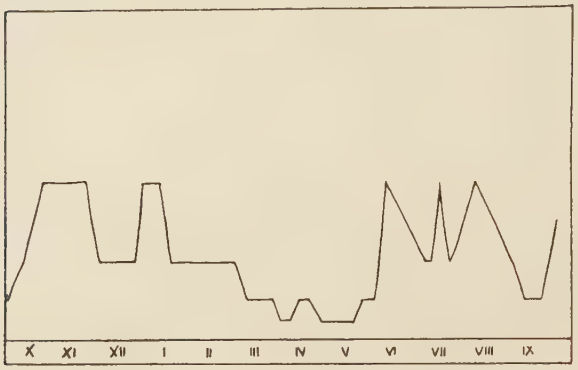
Ein wichtiges Kennzeichen ist der stark ausgeprägte, nach innen vorspringende Sulkus; er ist jedoch bei zarten Exemplaren schwer zu sehen.

Auxosporen werden nur selten gefunden, bis jetzt sind sie nur im Sommer beobachtet. Ihre Skulptur ist aus Abb. 6a zu ersehen, die Durchschnittsbreite beträgt 20 μ, das Vergrößerungsverhältnis ist 1:3,3.

In der Havel ist die Form im Unterlauf häufiger (Kurve 7).

Die Jahreskurve 8 weist ein ausgesprochenes Minimum im Frühjahr auf. Die Existenzbedingungen sind ähnlich wie bei *Mel. granulata* (Ehrbg.) Ralfs.

Im Bau des Zellinnern schließt sich *Melosira italica ambigua* eng an *Melosira granulata* an. Der Zellkern liegt in der Mitte und ist ebenso gebaut wie bei *Melosira granulata*. Auch hier ist ein großer Nukleolus vorhanden. Die Chromatophoren sind meist längliche Platten, deren Zahl mit der Verminderung der Zellgröße abnimmt. Zuweilen ist in jeder Zellhälfte nur ein Chromatophor vorhanden, der dann eine Lage und sattelförmige Krümmung hat wie bei *Ulothrix*. Die Volutinkugeln liegen meist in der Mitte der Zelle. Außerdem findet sich an jedem Zellende ein großer Ölkörper.



Kurve 8. *Melosira italica ambigua.*

Melosira italica crenulata Kützing.

1905. Ostenfeld, C. H., Thingvallavatn, T. 2, F. 6—8.
1906. Müller, O., Pleomorphismus, T. 2, F. 7—11.

Melosira italica crenulata Kützing unterscheidet sich von der vorigen Form durch den schwach ausgebildeten Sulkus und durch einen Kranz von kräftigen Stacheln an den Zellenden, wobei die Stacheln ineinander greifen und so eine lockere Verbindung der Zellen herstellen (Abb. 7). Die Porenreihen sind wie bei *M. it. ambigua*.

Die Form ist im Gebiet nicht allzu häufig. In bezug auf das Nährstoffbedürfnis ist sie recht anpassungsfähig, sie ist in braunen Humusseen gefunden worden, in Flüssen hin und wieder. In Nordeuropa scheint sie häufiger zu sein.

Unter dem Namen *M. it. crenulata* wurden Auxosporen noch nicht beschrieben.

Ich glaube jedoch, daß *Melosira italica crenulata* Kütz., *Melosira crenulata* Kütz. und *Melosira italica subarctica* O. Müller identisch sind.

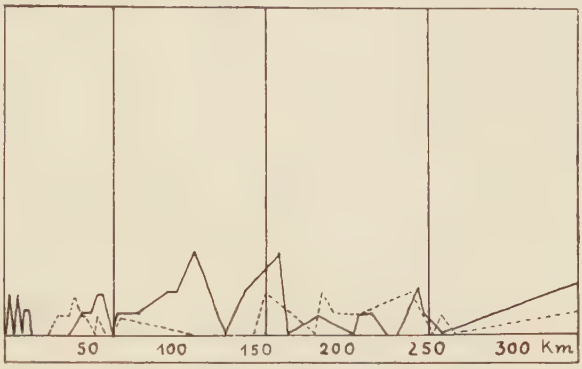
Für die letzte Art zeichnet O. Müller (1906) zwei Auxosporen. Sie sind im Vergleich zu den andern Arten klein (11—12 μ); das Vergrößerungsverhältnis ist 1:3,4—4 (siehe auch Ostenfeld 1905).

Melosira varians Ag.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 85, F. 10, 11, 14, 15.
1893. Schmidt, A., Atlas, T. 182, F. 17, 18.
1896. Schütt, F., Bacillariales, S. 51, F. 61 N.
1907. Migula, W., Kryptogamenflora, T. 17, F. 3.
1912. Meister, Fr. Kieselalgen, T. 1, F. 1.
1925. Bethge, H., Melosira, T. 3, F. 40.

Diese sehr häufige Form ist im Plankton zuweilen in erheblicher Menge zu finden. Sie ist eigentlich ein Benthosorganismus, aber durch die geringe Wandstärke der Zellen und die Fadenbildung zu längerem Aufenthalt im freien Wasser befähigt.

Zu der oft abgebildeten Form hier einige ergänzende Zeichnungen, die die nur unter günstigen optischen Bedingungen sichtbare spärliche Punktierung und die Zwischenbänder zeigen (Abb. 8), in denen sich die jungen Zellhälften entwickeln.



Kurve 9. *Melosira varians.*

Die Breite der Fäden ist größer als die der beschriebenen Planktonmelosiren. Es wurden schmale Fäden von 8 μ und Keimfäden von 40 μ Breite beobachtet; die Durchschnittsbreite beträgt etwa 13 μ.

Die Auxosporen zeigen bekanntlich Nabelbildung (Abb. 8a). Auch hier sind die Hälften durch Größe oder Skulptur meist verschieden. Ihr Durchmesser liegt bei etwa 35 μ; das Vergrößerungsverhältnis ist im Durchschnitt 1:2,6. Sie sind zart punktiert.

Kurve 9 zeigt die Verbreitung der α- bis β-mesosaproben Pflanze im Plankton der Havel. Im Sommer ist sie hier reichlicher vorhanden als im Frühjahr.

Stephanodiscus astraea Grun.

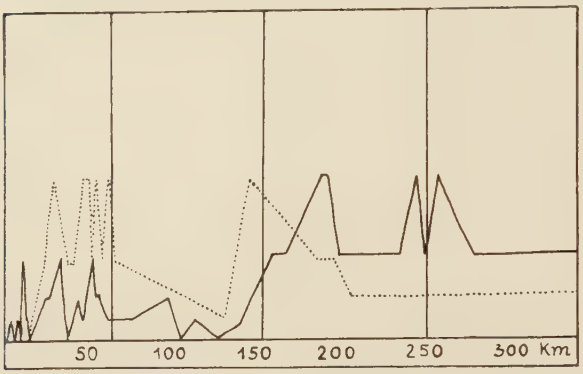
1880. van Heurck, Synopsis, T. 95, F. 5—9.
1884. Grunow, A., Franz-Joseph-Land, T. 5, F. 2.
1901. Schmidt, A., Atlas, T. 226, F. 1—17.
1911. Bachmann, H., Phytoplankton, T. 9, F. 8a, b.
1912. Meister, Fr., Kieselalgen, T. 3, F. 12.
1920. van Goor, Coscinodiscineae, S. 22, F. 10.

Diese Art zeichnet sich durch relativ grobe Skulptur aus. Während ein mehr oder weniger großes Mittelfeld der Schalenseite unregelmäßig punktiert ist, ist der übrige Teil mit radialen Punkten

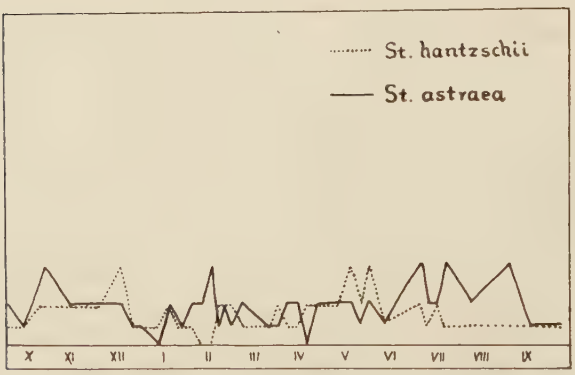
versehen, die nach der Peripherie zu allmählich zweireihig werden (Abb. 18 a, b). Am Rande sind Stacheln vorhanden, deren Zahl und Stellung wechselt, und die an ihrem Grunde (Wislouch 1926) lange und zarte Kieselborsten tragen können. In manchen Proben sind sie an Exemplaren jeder Größe nach Auftrocknung des Materials zu sehen.

Die Seitenansichten (Abb. 9 und 10) zeigen, daß das Mittelfeld entweder erhaben oder eingesenkt ist.

Der Durchmesser der Zellen ist sehr verschieden. Das größte beobachtete Exemplar maß 60 μ (Abb. 18 b), doch kommen Zellen von 9 μ vor (Abb. 18 a), die man wegen ihrer Skulptur noch zu *St. astraea* Grun. rechnen muß. Zuweilen sieht man kurze Ketten.



Kurve 10. *Stephanodiscus astraea.*



Kurve 11.

Auxosporen kennt man nicht.

Der Kern (Taf. V, Fig. 3) liegt im Zentrum der Zelle in einer Plasmabrücke, die die Mitten der Schalenseiten verbindet. Eine Reihe von Plasmafortsätzen nach den Wänden ist vorhanden. Der Nukleolus nimmt nicht soviel Raum im Kern ein wie bei Melosira, oft sind zwei Nukleolen beobachtet, die sich in der Größe unterscheiden. Die Chromatinkörner sind scharf begrenzt und würden sich aus diesem Grunde für das Studium der Prochromosomenfrage eignen; allerdings ist ihre Zahl relativ groß.

Die Chromatophoren von *Stephanodiscus* sind in der Mitte meist eingeschnürt im Gegensatz zu den unregelmäßig begrenzten Plättchen von Melosira. In der Nähe der Chromatophoren, zum Teil ganz regelmäßig in der Einschnürung, liegen lichtbrechende Kugeln verschiedener Größe, die sich durch ihre Lage als Assimilationsprodukte dokumentieren. Sie zeigen Volutinfärbung. Die Zahl der Chromatophoren ist

infolge der verschiedenen Zellgröße schwankend; bei den kleinsten Formen wurden 4 gefunden.

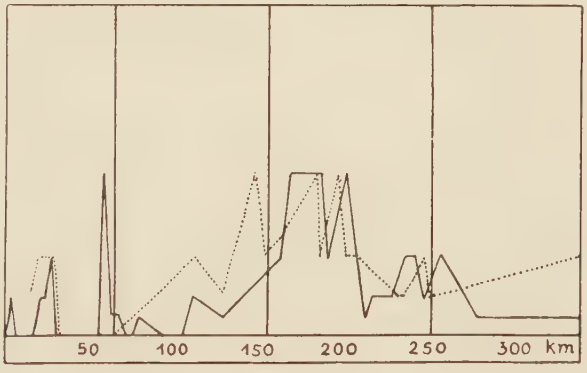
Stephanodiscus astraea Grun. ist eine häufige Planktonform, die kleinere Gewässer im allgemeinen meidet. Ihr Vorkommen zeigt oligotrophe Tendenz. So wurde in dem 30 m tiefen Sakrower See bei 20 m ein fast reines *St. astraea*-Plankton gefunden; ebenso kommt sie z. B. in dem 50 m tiefen Werbellinsee im Frühjahr in reichlicher Menge vor. Die Verbreitung in der Havel zeigt Kurve 10.

Aus der Jahreskurve 11 von der mittleren Havel ersieht man, daß *Stephanodiscus astraea* dort fast während des ganzen Jahres vorkommt, aber keine besonders häufige Form ist. Dasselbe gilt für *Stephanodiscus hantzschii*. Bei der zuerst genannten Art ist ein kleineres Maximum im Februar und ein ausgedehntes im Spätsommer vorhanden; während *Stephanodiscus hantzschii* im Februar ein ausausgeprägtes Minimum besitzt und ein deutliches Maximum im Mai liegt.

Stephanodiscus hantzschii Grun.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 95, F. 2—4, 10.
1901. Schmidt, A., Atlas, T. 225, F. 23—26.
1920. van Goor, Coscinodiscineae, S. 21, F. 9.

Bei kleinen Exemplaren ist die Unterscheidung von *St. astraea* nicht immer ganz leicht, sonst ist eine Verwechslung kaum möglich. Die Skulptur ist meist sehr zart, zuweilen nur am Rande deutlich. Die Abbildung wird statt einer Beschreibung die Zeichnung der Schalenseite, die im Gegensatz zur vorigen Art eben ist, am besten zeigen (Abb. 11). Auffallend sind die breiten Punktfelder und die schmalen Interradien.



Kurve 12. *Stephanodiscus hantzschii.*

Die Stacheln stehen am Ende der schmalen punktfreien Zwischenfelder und sind immer an der ganzen Peripherie entwickelt, während bei *St. astraea* Grun. oft eine ganze Anzahl ausfällt. Nicht allzu häufig verlängern sich die Stacheln in lange, zarte Kieselborsten, die erst nach Eintrocknen des Materials deutlich sichtbar werden. Es entstehen dann Bilder wie Abb. 12.

Die Zellen sind im Durchschnitt kleiner als bei *St. astraea*. Als größter Durchmesser wurde 30 μ festgestellt; nach der anderen Seite geht unsere Art bis zu etwa 9 μ hinab. Gewöhnlich leben die Individuen

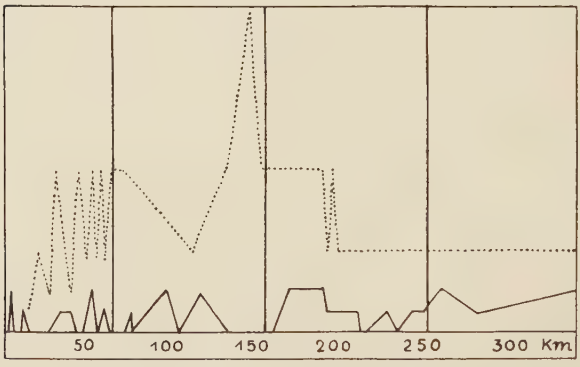
einzeln; Bildung von kurzen Ketten kommt jedoch vor, besonders bei Keimfäden.

Auxosporen sind äußerst selten; es gelang dem Verfasser, sie in der Havel aufzufinden. Endzellen von Keimfäden wurden des öfteren festgestellt. In der Nähe des Äquators sind Rudimente von Stacheln zu sehen (Abb. 13); die Zeichnung besteht aus radialen Reihen von zarten, dichtstehenden Punkten.

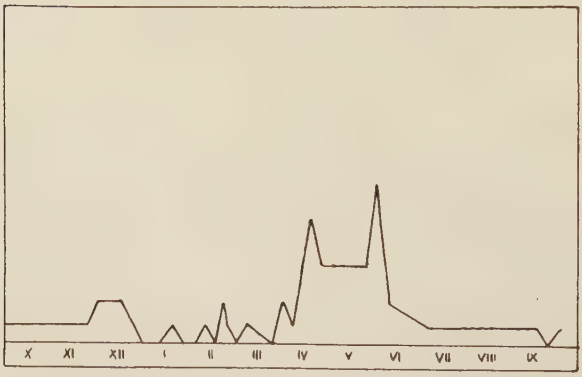
Auch im biologischen Verhalten sind Unterschiede zwischen den beiden Stephanodiscusarten vorhanden. Obwohl beide oft zusammen vorkommen, zeigt *St. hantzschii* Grun. eine eutrophe Tendenz; sie ist in norddeutschen Flüssen und flachen Landseen eine sehr häufige Erscheinung. Das Vorkommen in der Havel zeigt Kurve 12. Im reineren Oberlauf ist *St. astraea* Grun. reichlicher vorhanden. Siehe auch Jahreskurve 11.

Stephanodiscus pusillus (Grun.) Krieger.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 95, F. 11.
1901. Schmidt, A., Atlas, T. 225, F. 27—29.
1902. Schmidt, A., Atlas, T. 229, F. 15, 16.
1923. Oltmanns, Fr., Algen, S. 330, F. 717_2.



Kurve 13. *Stephanodiscus pusillus.*



Kurve 14. *Stephanodiscus pusillus.*

St. pusillus wird für gewöhnlich als Varietät zu *St. hantzschii* gestellt. Die morphologischen und biologischen Unterschiede sind jedoch scharf genug ausgeprägt, daß die Artbezeichnung gerechtfertigt erscheint.

Gute Abbildungen von Einzelzellen finden sich in der Literatur. Durch die Ausbildung von Kieselborsten wurde die Art zu einem Schulbeispiel für Anpassungserscheinungen an das Planktonleben. Die Borsten sind an unversehrten Zellen regelmäßig zu finden, am besten auch hier nach Auftrockung de Materials.

Die Größe schwankt zwischen 3 und 10 μ. Die Skulptur der Schalenseite ist äußerst zart, es sind nur wenige radiale Punktreihen in der Anordnung wie bei *St. hantzschii* Grun. vorhanden.

Die Tendenz zur Kettenbildung ist ziemlich ausgeprägt, es wurden bis zu 40 Individuen im Fadenverbande beobachtet. Die Kieselborsten kreuzen sich dann, so daß chätocerasähnliche Bilder entstehen (Abb. 14).

Die Bildung von Auxosporen konnte im Frühjahr 1924 in der Havel zuerst beobachtet werden (Abb. 15). Ihr Vorhandensein ist ebenfalls ein Grund für die Abtrennung von *St. hantzschii* Grun.

St. pusillus (Grun.) Krieger tritt zuweilen als dominierender Bestandteil im Plankton auf. Sie ist ein Bewohner eutropher Gewässer. Die Havelkurve 13 demonstriert diese Tatsachen; ihr Verlauf ist wesentlich anders wie bei der vorigen Art.

Die Jahreskurve 14 zeigt ein deutliches Maximum im Frühjahr.

Stephanodiscus binderanus (Kützing) Krieger.

1907. Migula, W., Kryptogamenflora, T. 17, F. 8.
1908. Seligo, A., Seenplankton, S. 53, F. 209.
1909. Hustedt, Fr., Süßwasserdiatomeen, T. 6, F. 5.
1925. Bethge, H., Melosira, T. 2, F. 38.

Die Art, die man sonst zu *Melosira* rechnet, möchte ich an dieser Stelle anführen. Eine Abbildung der Schalenseite (16c) zeigt deutlich die Verwandtschaft mit *Steph. hantzschii* Grun. Die Stacheln sind hier reduziert zu kleinen Höckern, die dieselbe Stellung wie die Stacheln bei *Steph. hantzschii* Grun. haben. Die Zeichnung ist äußerst zart und nur mit guter Optik zu erkennen.

Die Individuen bilden immer Ketten; deshalb hat man die Form wohl zu *Melosira* gezogen. Dazu ist eigentlich kein Grund vorhanden. Fadenbildung kommt auch in Gattungen vor, deren Arten sonst einzelnen leben (*Cyclotella*, *Eunotia*). Schon die Schalenseite, von der meines Wissens noch keine Abbildung existiert, beweist die Zugehörigkeit zu *Stephanodiscus*. Bei *Melosira* ist sie unregelmäßig punktiert. Von der Gürtelbandseite gleicht die Art einer fadenförmigen *Stephanodiscus pusillus* (Grun.) Krieger bis zu einem solchen Grade, daß eine Unterscheidung oft schwierig ist. Der Längsschnitt der Zellen nähert sich bei *Stephanodiscus pusillus* einem Rechteck mit abgerundeten Ecken, während bei *Stephanodiscus binderanus* die Seiten mehr konvex sind.

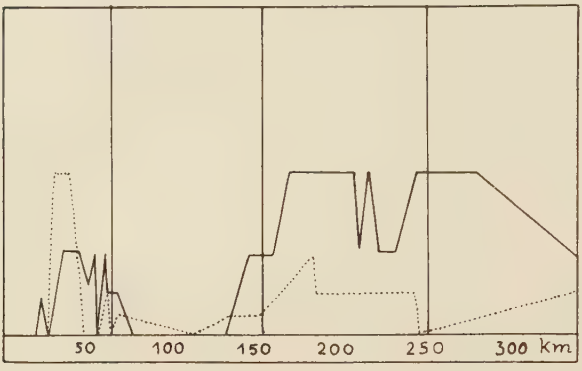
An den Zellgrenzen ist eine Punktreihe vorhanden (8—10 auf 10 μ); meist sieht man noch einige Punkte einer zweiten Reihe. Die Länge der Zellen variiert stark; für das Gebiet stellen die abgebildeten Exemplare (Abb. 16 a, b) noch nicht die Extreme dar, es kommen kürzere Formen vor. Der Durchmesser schwankt zwischen 4 und 24 μ.

Ein Beweis dafür, daß die Einordnung in die Gattung *Melosira* auf Schwierigkeiten stößt, ist auch die Tatsache, daß Wislouch

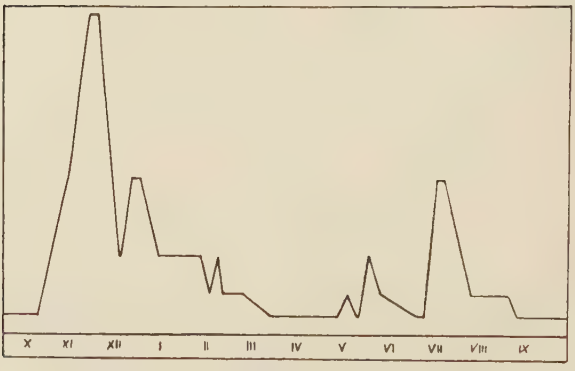
(1924) daraus wegen der tonnenförmigen Gestalt der Zellen eine besondere Sektion (*Doliosirae*) macht.

Stephanodiscus binderanus ist in Norddeutschland ein sehr verbreiteter Planktont, der zuweilen dominierend auftritt.

Auch im inneren Bau schließt sich unsere Alge eng an die übrigen *Stephanodiscus*-Arten an (Taf. V, Fig. 4). Anders ist die Lage des Ruhekerns; er liegt hier an der Peripherie der Schalenseite, in der Fadenansicht daher oft in einer Ecke der Zelle.



Kurve 15. *Stephanodiscus binderanus.*



Kurve 16. *Stephanodiscus binderanus.*

Die Chromatophoren sind wie bei *Stephanodiscus astraea* gebaut und zeigen auch eine ähnliche goldgelbe Farbe. Sie liegen hauptsächlich an den Enden der Zelle, so daß der Äquator dann ohne Endrochrom ist.

Das Volutin liegt meist in der Nähe der Chromatophoren, also an den Zellenden. Die Kugeln können zu unregelmäßigen Gebilden zusammentreten.

Die Havelkurve 15 zeigt zwei Maxima. Sie beweisen die Vorliebe für stark eutrophe Gewässer von Seecharakter (Woblitzsee und Havel unterhalb Berlins).

Die Jahreskurve 16 für die mittlere Havel bietet ein recht interessantes Bild. Im November ist unsere Art hier fast ausschließlicher Bestandteil des Phytoplanktons. Das Minimum liegt im Frühjahr und ein zweites, allerdings weniger ausgeprägtes Maximum im Juli.

Cyclotella dubia Fricke.

1900. Schmidt, A., Atlas, T. 222, F. 23, 24.
1911. Cleve-Euler, A., S. 211, F. 3.
1915. Cleve-Euler, A., New Contributions, T. 3, F. 70.

Für gewöhnlich wird diese Art irrtümlicherweise zu *Cyclotella meneghiniana* Kützing gerechnet; denn trotz ihrer Häufigkeit ist sie in den deutschen Floren nicht beschrieben.

Sie wird charakterisiert durch kräftige Randstreifen von wechselnder Länge, etwa 8 auf 10 μ (Abb. 19). Das Mittelfeld, das bei kleinen Exemplaren (Abb. 19a) fast verschwinden kann, ist von kräftigen radialen Punktreihen ausgefüllt, die sich an die Randstreifen anschließen. Die Seitenansicht stimmt mit der von *Stephanodiscus astraea* Grun. überein (Abb. 9 und 10). Sie zeigt, daß das Mittelfeld entweder eingesenkt oder emporgewölbt ist. Der Durchmesser schwankt zwischen 6 μ und 30 μ. Auxosporenbildung wurde vom Verfasser in einer Planktonprobe aus dem kleinen Zeschsee südlich von Berlin (28. 7. 22) beobachtet. Abb. 20 zeigt eine Halbzelle.

Ist *Cyclotella dubia* charakteristisch ausgebildet, ist sie mit keiner anderen Art zu verwechseln. So günstig liegt der Fall jedoch nicht immer. Sie kann nach verschiedenen Richtungen abändern.

1. Die breiten Randstreifen können sich verkürzen, und zwar so weit, daß sie nur noch als grobe Punkte am Rande erscheinen.

2. Die Punktreihen können sich nach außen zu verdoppeln.

3. Die bei der Normalform ziemlich kräftigen Punkte werden sehr zart.

4. Zwischen den Randstreifen zeigen sich an der Peripherie zarte Stacheln.

Treffen die beiden ersten Variationstendenzen zusammen, so entstehen Formen, die von *Stephanodiscus astraea* Grun. schwer zu unterscheiden sind, zumal es von dieser Art Exemplare gibt, deren Randstacheln stark reduziert sind.

Aus diesem Grunde hat A. Cleve (1911) die Art unter dem Namen *Stephanodiscus pulcherrimus* A. Cleve beschrieben, ihre Ansicht später (1915) jedoch zugunsten der Bezeichnung *Cyclotella dubia* Fricke revidiert. Wislouch (1921) hat auf die Übergangsformen nach *Stephanodiscus astraea* Grun. hingewiesen.

Werden die Punkte sehr zart, so ergeben sich *Cyclotella meneghiniana*-ähnliche Formen. Wislouch (nach brieflichen Angaben, die ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Kolbe-Berlin verdanke) glaubt eine lückenlose Übergangsreihe in einem Material aus Rußland gefunden zu haben. Verfasser hat in norddeutschen Proben, in denen *Cyclotella dubia* oft recht häufig ist, die letzten Formen nach *Cyclotella meneghiniana*, bei denen die charakteristischen isolierten Punkte erscheinen müßten, nicht gesehen.

Was die vierte Variationstendenz betrifft, so sind dazugehörige Formen unter dem Namen *Cyclotella dubia spinulosa* A. Cleve (1915) aus fossilem Material aus Finnland beschrieben. Die Abänderung kommt jedoch auch bei *Cyclotella meneghiniana* vor.

Da nach den Abbildungen bei von Heurck (Taf. 94, Fig. 22 bis 26) und nach Wislouch auch Übergangsformen zu *Cyclotella stelligera* Cleve et Grun. vorkommen, so ergibt sich folgendes Verwandtschaftsbild:

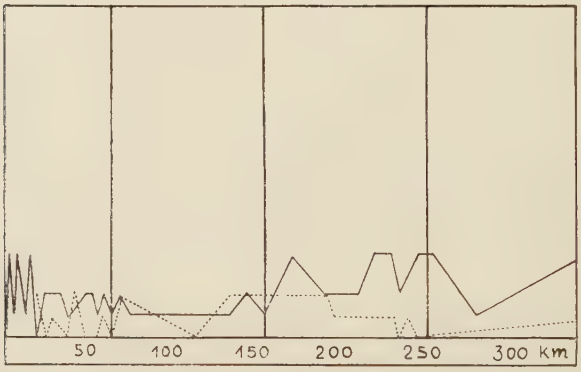
Stephanodiscus astraea Grun. — — *Cyclotella dubia* Fricke — — *Cyclotella meneghiniana* Kützing — — *Cyclotella stelligera* Cleve et Grun.

Cyclotella dubia Fricke ist eine häufige Benthosform, die jedoch auch regelmäßig im Plankton auftritt, ohne allerdings dort eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Eutrophe Gewässer werden bevorzugt.

Cyclotella meneghiniana Kützing.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 94, F. 11—13, 17—19.
1900. Schmidt, A., Atlas, T. 222, F. 25, 26, 28, 32.
1920. van Goor, Coscinodiscineae, S. 17, F. 7.

Cyclotella meneghiniana Kützing (Abb. 21) zeichnet sich ebenfalls durch kräftige Randstreifen aus (6—7 auf 10 µ). Das Mittelfeld zeigt feine, oft sehr schwer sichtbare radiale geschlängelte Linien, die nicht in Punkte aufzulösen waren. Außerdem sind mehrere (1—3) unregelmäßig gestellte größere Punkte im Mittelfeld vorhanden. Der Durchmesser schwankt innerhalb weiter Grenzen von 6 bis etwa 36 µ. Die Seitenansicht zeigt die übergreifenden Randstrahlen und das leicht gewellte Mittelfeld (Abb. 21 b).



Kurve 17. *Cyclotella meneghiniana.*

Die Variabilität äußert sich hier nach verschiedenen Richtungen.

1. Die Randstreifen verflachen sich.
2. Die Wandung der Zelle wird dünner.
3. Die Linien des Mittelfeldes werden zarter.
4. Die Höhe der Zelle wächst.
5. Die unregelmäßigen Punkte verschwinden.
6. Zwischen den Randstreifen findet sich ein Kranz feiner Stacheln.

Die Veränderungen können entweder einzeln oder kombiniert auftreten. So ergibt eine Kombination von 1 und 2 die planktonische var. *tenera* Kolbe aus dem zurzeit salzigen Krummen See bei Sperenberg,

von 3, 4 und 5 var. *rectangulata* Grun. Die Form mit Randstacheln wurde in einer Planktonprobe aus dem Rhein bei Koblenz beobachtet und kann leicht übersehen werden, da die Stacheln sehr zart sind.

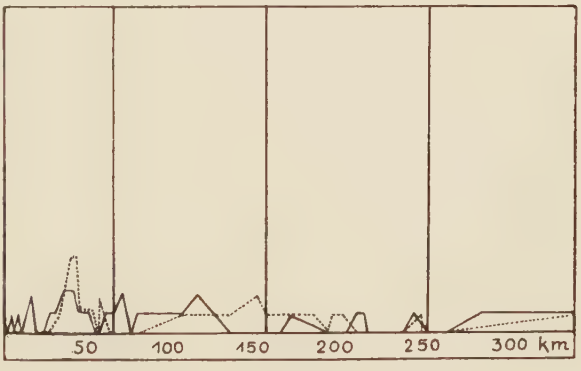
Cyclotella meneghiniana ist eine von den Diatomeen, die eine ziemlich weitgehende Düngung des Wassers verträgt; man findet sie zuweilen in Gemeinschaft mit typischen Saprobien. Im Schlamm selbst kleiner Gewässer kommt sie reichlich vor. Im Plankton tritt sie regelmäßig, wenn auch nicht häufig auf. Kurve 17 zeigt das verbreitete, aber spärliche Vorkommen in der Havel.

Cyclotella comta (Ehrbg.) Kützing.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 92, F. 17, 22, 23; T. 93, F. 5.
1900. Schmidt, A., Atlas, T. 224, F. 1—4.
1911. Bachmann, H., Phytoplankton, S. 106, F. 100—105.
1912. Meister, Fr., Kieselalgen, T. 2, F. 4.
1920. van Goor, Coscinodiscineae, S. 19, F. 8.

Cyclotella comta ist im Gegensatz zu den beiden vorigen Arten ein echter Planktonorganismus mit weiter Verbreitung.

Die Randstreifen dieser Art sind feiner, es kommen bei der Hauptform der norddeutschen Gewässer (Abb. 22) etwa 12 auf 10 μ. Sie sind von wechselnder Länge, so daß die Größe des Mittelfeldes stark schwankt; bei kleinen Exemplaren kann es fast verschwinden (Abb. 23). Für *Cyclotella comta* ist eine plötzliche Verstärkung der Randstreifen nach der Peripherie zu bezeichnend. An den Stellen, wo die Verstärkung fehlt, entstehen je nach der Stellung des Tubus helle oder dunkle Linien. Kritische Formen sind daran immer erkennbar. Das Mittelfeld wird durch radiale Punktreihen ausgefüllt, die bei den Formen der Ebene ziemlich grob sind (sonst als var. *radiosa* Grun. bezeichnet).



Kurve 18. *Cyclotella comta.*

Die Zellen sind flach (Abb. 22 b), der Schalenseite fehlt die für die vorigen Arten charakteristische Wellung. In Norddeutschland ist die typische Art häufig, wenn sie auch selten als dominierender Bestandteil des Planktons auftritt. In der Havel ist sie spärlich vertreten, aber zu jeder Jahreszeit zu finden (Kurve 18). Sie zeigt oligotrophe Tendenz, in reinen Alpenseen (Bachmann 1904) ist sie

keine seltene Erscheinung; ihre Anpassungsfähigkeit nach dieser Richtung ist jedoch relativ groß.

Die Variationstendenzen sind zahlreich.

1. Die Verteilung der Punkte wird unregelmäßig.
2. Die Zahl der Punkte nimmt ab.
3. Die Punktreihen werden zarter.
4. Die Randstreifen werden feiner.
5. Es fallen einzelne Streifen aus.
6. Kettenbildung.
7. Gallertausscheidung und Koloniebildung.
8. Bildung von Gallertborsten.

1, 2 und 4 sind nicht selten, 3 wurde mehr bei Gebirgsformen beobachtet. Der Ausfall einzelner Streifen konnte oft, besonderes bei der var. *quadrijuncta* Schröter, die auch in der Abb. 22 dargestellt ist, beobachtet werden. Es entsteht dann ein ähnliches Bild wie bei *Cyclotella bodanica* Eulenstein.

Cyclotella comta quadrijuncta Schroeter.

1911. Bachmann, H., Phytoplankton, S. 109, F. 109, 110, 112; S. 128, F. 28—30.
1912. Meister, Fr., Kieselalgen, T. 2, F. 2.

Gallertausscheidung und Koloniebildung ist im Gebiet bei der var. *quadrijuncta* vorhanden. In einigen mit der Havel in Verbindung stehenden Seen (Heiliger See nördl. Spandau, Haus-See bei Fürstenberg) kommt sie nicht selten vor. Sie zeichnet sich durch eine weite Gallerthülle aus, die in Tusche leicht sichtbar wird, der aber durch Färbung schwer beizukommen ist. Die in Brandenburg vorkommende Form entspricht etwa der Zeichnung bei Meister 1912, doch enthalten die Kolonien immer nur 2—4 Individuen. Abb. 22 zeigt die Varietät aus dem Heiligen See.

Zytologisch bringt *Cyclotella comta quadrijuncta* nichts wesentlich Neues. Mit Hämatoxylin gefärbte Zellen lassen die genauere Struktur der Gallerte erkennen (Taf. V, Fig. 5 u. 6). Es sind deutlich zwei Zonen zu unterscheiden. In der intensiver gefärbten inneren Hülle sieht man die aus den Poren heraustretenden Gallertpfropfen. Die beiden Ansichten lassen einen Schluß auf die Lage der Poren zu. Sie finden sich besonders in der Gegend der Randstreifen, sind aber auch an den Gürtelbändern vorhanden. Nach außen findet dann eine Verquellung der Gallerte statt, die hier fein radial gestreift ist. Analoge Bildungen sind bei den Desmidiaceen beschrieben, die Gallertpfropfen haben aber dort eine bestimmtere Form.

Cyclotella kützingiana Thwaites.

Schmidt, Atlas, T. 222, F. 1—7, 13, 14.

Cyclotella kützingiana Thwaites wird charakterisiert durch den zart gestreiften Rand (18—20 Streifen auf 10 μ), die verschiedene Länge

der Striche und das mit wenigen Punkten versehene Mittelfeld (Abbildung 24 a). Die Größe beträgt 6—30 μ. Die Schalenseite ist konvex.

Cyclotella kützingiana ist ein typischer Planktont oligotropher Seen, daher in Norddeutschland, das vorherrschend eutrophe Gewässer hat, relativ selten. Sie fehlt jedoch nicht ganz, und die kleinen Varietäten findet man öfter in Seen mit reinem Wasser. Im Havelgebiet konnte die Art nur in einigen Zuflüssen bei Fürstenberg nachgewiesen werden.

Auch *Cyclotella kützingiana* ist recht variabel, man sieht dabei im Gebiet folgende Veränderungen:

1. Die Entfernung der Randstreifen wird geringer.
2. Das Mittelfeld zeigt Granulationen.
3. Die Zahl der Punkte nimmt ab.
4. Radiale Anordnung der Punkte.
5. Die Schalenseite wird wellig.

Die Varietäten erreichen alle nicht die Größe der typischen Art. Man kann drei einigermaßen konstante Abänderungen beobachten, zu denen die in Fig. 24 b dargestellte Form überleitet. Die Randstreifen stehen hier enger; das Mittelfeld zeigt nur einen Punkt und ist unregelmäßig granuliert.

Cyclotella kützingiana radiosa Fricke.

Schmidt, Atlas, T. 222, F. 8.

Die unregelmäßigen sehr flachen Erhebungen sind ungefähr radial angeordnet, so daß ein verschwommener Stern entsteht (Abb. 24 c). Die Zeichnung ist nur schwer sichtbar. Die Randstreifen stehen eng (etwa 30 auf 10 μ). Größe 6—9 μ. Die Schale ist meist stark wellig verbogen. Von manchen Autoren wird die vorliegende Varietät zu *Cyclotella stelligera* Cleve et Grun. gerechnet, sie ist jedoch mit *Cyclotella kützingiana* durch Übergangsformen verbunden. *Cyclotella stelligera* ist eine Kaltwasserform.

Cyclotella kützingiana parva Fricke.

Schmidt, Atlas, T. 224, F. 36, 37.

Das Mittelfeld ist vollkommen glatt. Streifung und Größe wie bei der vorigen Varietät (Abb. 24 a).

Cyclotella kützingiana planetophora Fricke.

Schmidt, Atlas, T. 222, F. 9—12.

Auf dem im übrigen glatten Mittelfeld sind nur wenige, aber relativ große Punkte vorhanden (Abb. 24 e).

Streifung: 25—30 auf 10 μ.

Größe: 6—18 μ.

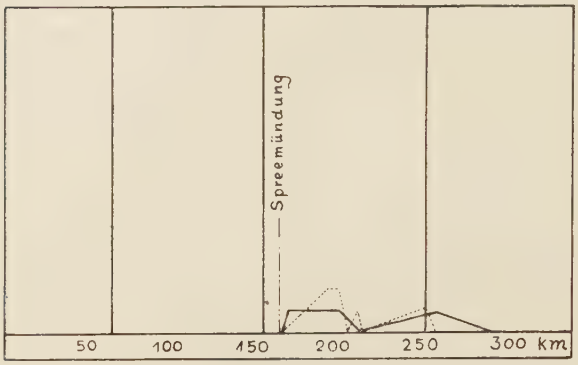
An Übergangsformen sieht man mehr Punkte.

Von den drei Varietäten ist die erste noch am häufigsten.

Coscinodiscus subtilis rothii minor (Grunow) v. Heurck.

Kolbe, Salzwasserdiatomeen im Binnenlande, T. IV, F. 2, 3, 5, 6, 7.

Eine Beschreibung dieser interessanten, ursprünglich marinen Form hat kürzlich R. W. Kolbe in den Berichten der Deutsch. Bot. Ges. 1925 Bd. XLIII Heft 2 gegeben. Aus der Kurve 19 ist ersichtlich, daß die Art in der Havel erst unterhalb der Spreemündung auftritt und von da an im Plankton immer seltener wird. Sie ist jedenfalls ein Einwanderer von der Nordsee her auf dem Elbwege.

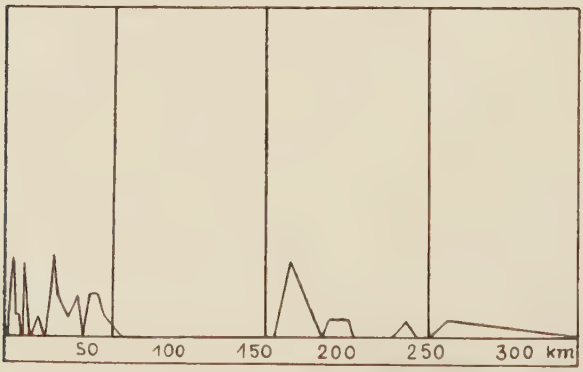


Kurve 19. *Coscinodiscus subtilis.*

Attheya zachariasii Brun.

1902. Schmidt, Atlas, T. 230, F. 17—19.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 1, F. 2.
1910. Wesenberg-Lund, S. 20, F. 11k.
1911. Bachmann, Phytoplankton, T. 9, F. 10.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 3, F. 20.
1913. v. Schönfeldt, Bacillariales, S. 23, F. 28.

Attheya zachariasii ist im Gebiet nicht selten. Aus der Havelkurve 20 ist zu ersehen, daß sie dort nur im Sommer vorkommt, in den Winterproben wurde nur eine Dauerspore gefunden. Eine Probe vom 23. 7. 23 aus dem Teltowkanal enthielt 600 Individuen pro Kubikzentimeter. Abb. 25 zeigt verschiedene Formen der Dauersporen.



Kurve 20. *Attheya zachariasii.*

Die Abbildung auf Taf. V, Fig. 7 gibt das Wesentliche über die Zytologie nach einem Hämatoxylinpräparat wieder. Der Kern ist 4—5 μ groß, in der Abbildung ist er etwas aufgelockert. Der Nukleolus ist klein, die Chromatinkörner scharf begrenzt. Die Chromatophoren sind rundliche Plättchen. Um ihre Zahl festzustellen, wurden 100 Exemplare

aus dem Teltowkanal vom 23. 7. 23 ausgezählt. Es ergab sich folgendes Bild:

2 Chromatophoren	— 1 Proz.	6 Chromatophoren	— 37 Proz.
3 „	— 5 „	7 „	— 1 „
4 „	— 44 „	8 „	— 6 „
5 „	— 5 „	16 „	— 1 „

4 und 6 Chromatophoren bilden also die Regel. Volutin ist in kleinen Kugeln über die zentrale Kern-Chromatophorenpartie verstreut.

Rhizosolenia longiseta Zacharias.

1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 1, F. 1.
1910. Wesenberg-Lund, S. 20, F. 11 l.
1913. v. Schönfeldt, Bacillariales, S. 22, F. 23.
1914. Schmidt, Atlas, T. 314, F. 8—18.

Auch diese Diatomee hat ihre Hauptentwicklung in der Havel im Sommer. Sie scheint ganz ähnliche Existenzbedingungen zu haben wie *Attheya zachariasii* Brun.; denn man findet sie häufig mit ihr zusammen. Abb. 26 zeigt Dauersporen, die im Winter (Probe aus dem Gr. Wuken-See vom 16. 12. 23) zur Beobachtung gelangten.

Zytologisch ist *Rhizosolenia* mit *Attheya* verwandt (Taf. 5, Fig. 8). Kern und Chromatophoren sind auch hier in der Mitte zusammengedrängt. Der Kern ist klein (2—3 μ), sein Nukleolus relativ groß; er füllt fast den ganzen Kern aus. Es sind meist 2, selten 4 Chromatophoren vorhanden, deren Gestalt recht unbestimmt ist. Neben wenig Volutin fallen zwei große hyaline Kugeln zu beiden Seiten des Kern-Chromatophorenkomplexes auf. In dem dünnflüssigen Inhalt (wahrscheinlich Leukosin) wurden tanzende Volutinkörnchen beobachtet.

Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kützing.

1907. Migula, Kryptogamenflora, T. 13, F. 9.
1911. Schmidt, Atlas, T. 269, F. 11—13.

Tabellaria fenestrata asterionelloides Grun.

1908. Seligo, Seenplankton, S. 58, F. 219.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 6, F. 12.
1911. Bachmann, Phytoplankton, S. 144, F. 133—135.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 4, F. 6—8.

Es ist eine ganze Reihe von *Tabellaria*-Formen als zu den Planktonorganismen gehörig beschrieben worden.

Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kützing.
„ „ *asterionelloides* Grun.
„ „ *intermedia* Grun.
„ „ „ *asterionelloides* Bachm.
„ „ „ *pelagica* Holmboe.

Tabellaria fenestrata willei Huitfeld-Kaas.
„ „ *geniculata* A. Cleve.
„ *flocculosa* (Roth) Kützing.
„ „ *pelagica* Holmboe.

Tabellaria flocculosa ist ein Bewohner kleinerer Gewässer von Moorcharakter. Sie gehört im Gebiet dem Benthos an und kommt nur eingeschwemmt im Plankton vor.

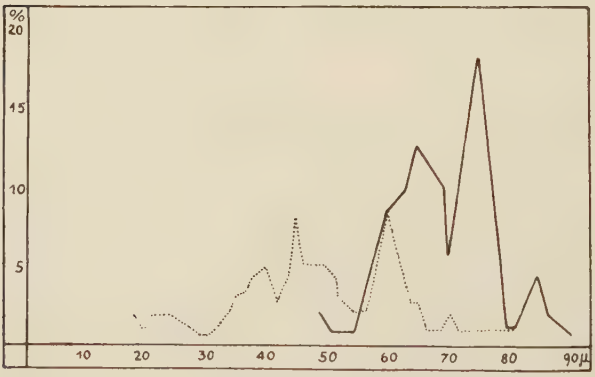
Von den Formen von *Tabellaria fenestrata* hat der größte Teil seine Hauptentwicklung in den oligotrophen Seen der Gebirge und des Nordens.

Eine Ausnahme machen die typische Art und die var. *asterionelloides*. Während *Tabellaria fenestrata typica* zuweilen auch im Benthos auftritt, ist die var. *asterionelloides* eine reine Planktonform. In manchen Seen Norddeutschlands tritt sie als dominierender Planktont auf, z. B. im Wandlitz-See bei Bernau (8. 7. 22). In der Havel ist die Varietät im Mittellauf spärlich vertreten, etwas reichlicher in den Seen des Oberlaufes.

Die Abbildung auf Taf. V, Fig. 9 stellt den Zellinhalt dar. Der Kern liegt immer in der Mitte der Zelle, er ist bei schmalen Zellen etwas länglich. Die Chromatophoren sind zahlreich, von wechselnder Größe und Gestalt. Das Volutin ist über die ganze Zelle verstreut.

Diatoma elongatum Agardh.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 50, F. 14, 17—22.
1896. Schütt, Bacillariales, S. 32, F. 45 C, D.
1906. Schmidt, Atlas, T. 268, F. 37—67.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 6, F. 9.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 5, F. 16—18.



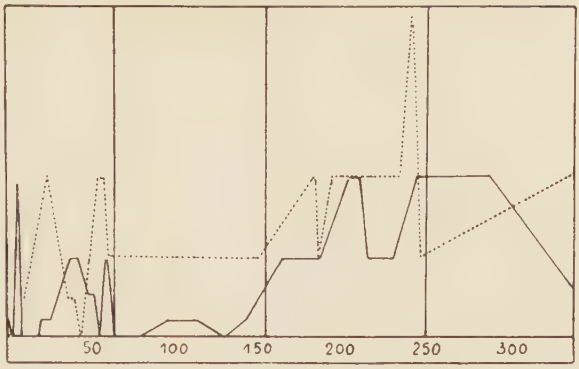
Kurve 21.

Diatoma elongatum umfaßt mehrere ökologisch bestimmte Rassen. Einerseits kommt die Diatomee im Benthos vor und bringt es dort oft zu Massenentwicklungen, besonders bei schwachem Salzgehalt. Andererseits zählt die Art zu den häufigsten Planktonten und verursacht zuweilen Wasserblüten.

Auch morphologisch sind Unterschiede vorhanden, die sich z. B. in der Länge der Zellen ausprägen. In Kurve 21 gehört die punktierte

Linie zur Benthosform (Material aus dem Nottekanal vom September 1924), die ausgezogene zur Planktonmodifikation (Havelplankton bei Rathenow vom August 1924). Interessant ist auch die Zweigipfeligkeit der Kurven.

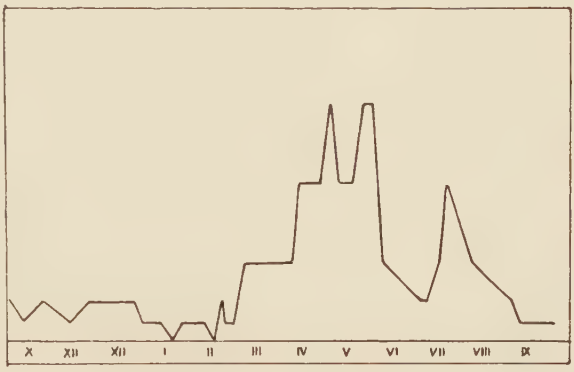
Ein Bild von der Verbreitung im Havellauf gibt Kurve 21 a.



Kurve 21 a. *Diatoma elongatum.*

Aus der Jahreskurve 22 für die mittlere Havel ist ersichtlich, daß der April und Mai die für die Entwicklung günstigsten Monate sind. Ein Minimum liegt im Januar und Februar.

Den Zellinhalt stellt die Abbildung auf Taf. 5, Fig. 11 dar.



Kurve 22. *Diatoma elongatum.*

Diatoma elongatum actinastroides Krieger.

Zuweilen fand sich eine Form von *Diatoma elongatum*, bei der die Individuen eine Stellung einnehmen wie bei *Synedra actinastroides* Lemmermann, also nach allen Richtungen von einem Gallertzentrum abstanden. Es ist dies eine spezifische Anpassungserscheinung an das Planktondasein; denn bei einem Benthosorganismus wäre diese Stellung nicht denkbar. Meist waren nur 5—6 Individuen verbunden; doch fand sich im Ziern-See eine Kolonie von 47 Zellen (Abb. 27).

Ich möchte diese charakteristische Wuchsform als *Diatoma elongatum actinastroides* Krieger bezeichnen.

Centronella reicheltii Voigt.

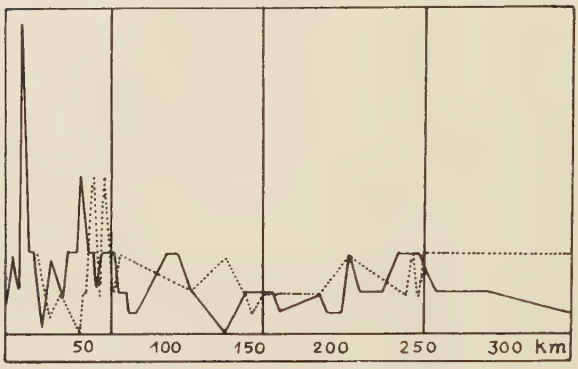
1900. Voigt, M., Neue Organismen auf Plöner Gewässern. Forschungsber. der Biol. Station zu Plön. T. 2, F. 10.
1914. Schmidt, Atlas, T. 306, F. 32—34.
1927. Krieger, W., Centronella. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., F. 1—10 der Tafel.

Diese recht sporadisch vorkommende Alge gelangte auch in der mittleren Havel zur Beobachtung (Proben vom 6. 4. 24 und 11. 4. 24), sie wurde allerdings nur in wenigen Exemplaren aufgefunden.

Fragilaria crotonensis Kitton.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 40, F. 10.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 2, F. 14.
1911. Bachmann, Phytoplankton, T. 10, F. 8, 9.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 5, F. 25; T. 6, F. 1.
1913. Schmidt, Atlas, T. 299, F. 1—8.
1913. v. Schönfeldt, Bacillariales, S. 35, F. 49.

Diese *Fragilaria*-Art besitzt eine weitgehende Anpassungsfähigkeit. Ihr Verbreitungsareal ist sehr groß, sowohl in vertikaler wie auch in horizontaler Richtung. Unter den Fragilarien zeigt sie die planktonische Lebensweise am ausgesprochensten.



Kurve 23. *Fragilaria crotonensis.*

Kurve 24. *Fragilaria crotonensis.*

In der Havel ist sie eine häufige Erscheinung und tritt im Oberlauf sogar dominierend auf. Gegen Temperaturschwankungen ist sie anscheinend ziemlich unempfindlich; denn sie ist im Winter- und Sommerplankton reichlich zu finden (Kurve 23).

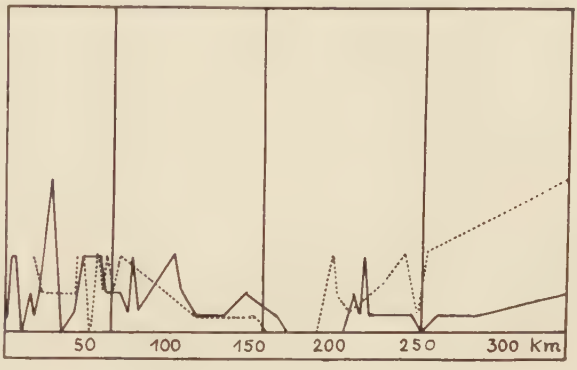
Für die mittlere Havel liegt ein Maximum im Mai und ein Minimum im Winter (Kurve 24), doch findet sich im Oberlauf auch im Juli eine reiche Entwicklung (Kurve 23).

Zytologisch bietet die Art (Taf. V, Fig. 12) gegen *Synedra* nicht viel Neues. Volutin ist in kleinen Körnchen bis in die beiden Zellenden hinein zu finden.

Fragilaria capucina Desm.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 45, F. 2.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 6, F. 2.
1913. Schmidt, Atlas, T. 298, F. 14—46.
1913. v. Schönfeldt, Bacillariales, S. 35, F. 50.

ist ebenfalls noch häufig im Plankton zu finden. Sie ist sicher oft mit *Fragilaria virescens* Ralfs verwechselt worden und von ihr auch von der Gürtelbandseite schwer zu unterscheiden, diese Ansicht liegt aber gewöhnlich vor. *Fragilaria capucina* Desm. ist im Gegensatz zu *Fragilaria crotonensis* Kitton auch in kleineren Gewässern zu finden und nähert sich der benthonischen Lebensweise, während *Fragilaria virescens* Ralfs im Gebiet zum Benthos gehört. Die letztere Art kommt z. B. auch an nassen Felswänden der Sächsischen Schweiz vor, wo sie in Form von braunen, schleimigen Überzügen den feuchten Sandstein bedeckt.



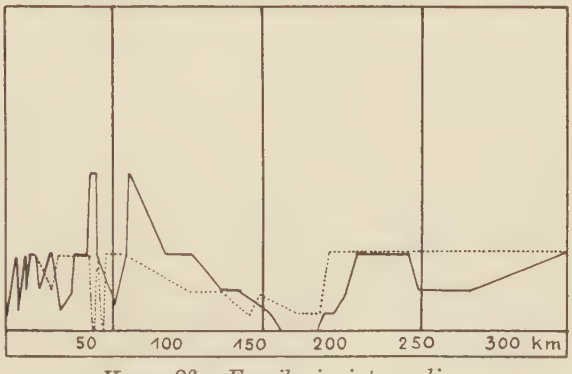
Kurve 25. *Fragilaria capucina.*

Kurve 25 gibt eine Übersicht über das Vorkommen in der Havel.

Fragilaria intermedia Grun.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 45, F. 9—11.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 6, F. 15.
1913. Schmidt, Atlas, T. 297, F. 42—46.

Von einer Reihe von Autoren wird die Art als Varietät zu *Fragilaria mutabilis* (W. Sm.) Grunow gerechnet. Mit dieser jetzt als *Fragilaria pinnata* Ehrbg. benannten Form hat sie nichts zu tun. Jene ist ein ausgesprochener Benthosorganismus, der meist einzeln lebt; unsere Art kommt in oft recht langen Bändern auch im Plankton vor. Zu erkennen ist sie an der verhältnismäßig

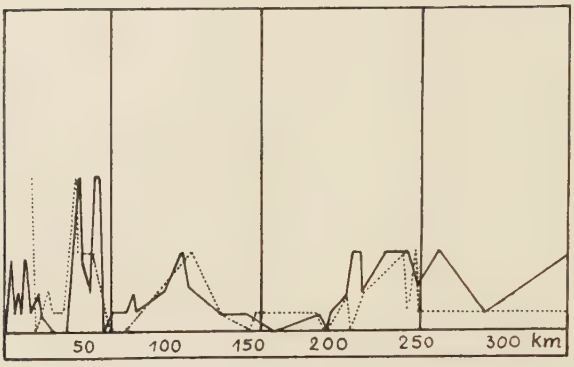


Kurve 26. *Fragilaria intermedia.*

groben Streifung und an dem einseitigen, glatten Nodulus, der auch an den Bändern zu sehen ist.

In der Havel ist sie ein häufiger Planktont (Kurve 26).

Fragilaria construens (Ehrbg.) Grun.



Kurve 27. *Fragilaria construens.*

1880. van Heurck, Synopsis, T. 45, F. 24—27.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 2, F. 13.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 6, F. 6—10.
1913. Schmidt, Atlas, T 296, F. 19—47.

Diese Art lebt mehr im Benthos, ist aber, wie Kurve 27 beweist, auch im Plankton zuweilen in recht erheblicher Menge zu finden.

Fragilaria pinnata elliptica (Schum.) Carlson.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 45, F. 16, 17.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 3, F. 7.
1913. Schmidt, Atlas, T. 298, F. 70, 71.

Während die typische Art reiner Benthosorganismus ist, bildet die Varietät gern Ketten und tritt dann nicht selten im Plankton auf. So war sie beispielsweise im Grunewaldsee bei Berlin (9. 12. 09) zahlreich in Ketten von bis 60 Individuen vorhanden. Sie ist dann leicht mit einer *Stephanodiscus binderanus* zu verwechseln (Abb. 32).

Synedra acus Kützing.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 39, F. 6.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 3, F. 12.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 9, F. 3.

Forma delicatissima.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 39, F. 7.

Forma angustissima.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 39, F. 10.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 3, F. 17.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 9, F. 1.

In den Diatomeenarbeiten werden als Planktonsynedren angegeben:

Synedra acus Kützing,
„ „ *delicatissima* W. Smith,
„ „ *angustissima* Grun.,

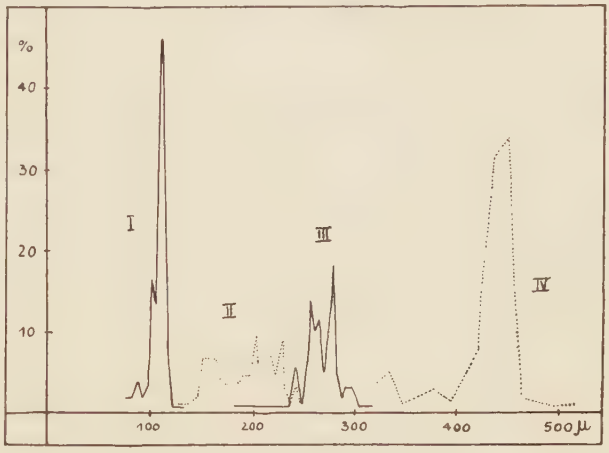
Synedra actinastroides Lemm.
„ *berolinensis* Lemm.,
„ *limnetica* Lemm.

Dazu kommen vielleicht noch schlanke Formen von *Synedra ulna* Ehrbg.

Was die Varietäten von *Synedra acus* betrifft, so herrscht darüber in der Literatur keine Klarheit. Die Abbildungen der typischen Art gehören oft gar nicht zu *Synedra acus*, sondern zu *Synedra ulna danica* Kütz.

Gut ist z. B. die Zeichnung bei Hustedt (1909).

Die schlanke, nadelförmige Gestalt wurde bei allen Formen ganz unabhängig von der Größe beobachtet. Die Enden sind variabel, meist kopfig. Um eine Vorstellung von den Varietäten zu bekommen, wurde die Länge von je 100 Exemplaren von verschiedenen Standorten gemessen (Kurve 27 a).



Kurve 27 a. *Synedra acus.*

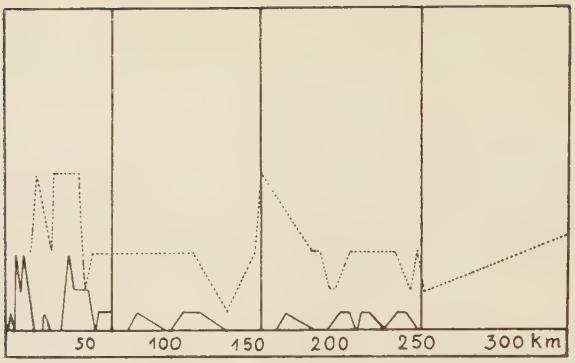
I — Peetsch-See bei Fürstenberg (6. 8. 22).
II — Gohlitz-See bei Lehnin (6. 4. 23).
III — Samith-See bei Eberswalde (4. 1. 23).
IV — Genfer See (18. 4. 25).

Es ließen sich von andern Standorten beliebig viele Maxima finden, die zwischen I und IV liegen. Die kurze Form geht also lückenlos in die längste über. Dieser Übergang ist auch in der Streifung vorhanden.

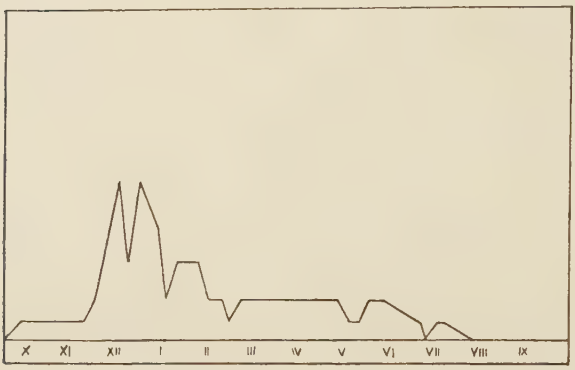
	Maximum µ	Streifen auf 10 µ
Kurve I	110	22—24
„ II	200—225	16—17
„ III	275	15
„ IV	450	13—14

Für gewöhnlich werden nun die kürzeren Formen als var. *delicatissima*, die längsten als var. *angustissima* bezeichnet. Nach meiner Überzeugung genügte es, die beiden Extreme als Formen herauszustellen.

Während die typische Art in der Havel häufig ist (Kurve 28), kommt die *Delicatissima*-Form nur in einigen Seen des Oberlaufes reichlicher vor; die *Angustissima*-Form ist seltener.



Kurve 28. *Synedra acus.*



Kurve 29. *Synedra acus.*

Die Jahreskurve (29) zeigt ein Maximum im Dezember, das Minimum liegt im Spätherbst.

Zytologisch (Taf. V, Fig. 13) zeigt *Synedra acus* ähnliche Verhältnisse wie *Synedra ulna* (Geneinhardt 1925); die schlanke Gestalt ist hier jedoch Anlaß zu einigen Modifikationen geworden. Der Kern ist im Verhältnis zur Länge sehr schmal (Länge 9 µ bei einer Breite von 2 µ), und die Chromatophoren sind recht zart. Ein Vergleich mit *Fragilaria crotonensis* (Taf. V, Fig. 12) zeigt die nahe Verwandtschaft beider Gattungen.

Synedra acus ostenfeldii Krieger.

1905. Ostenfeld, Thingvallavatn, T. 2, F. 16, 17.

Zu *Synedra acus* gehört auch eine Form, die nach dem Typus von *Synedra actinastroides* Lemm. gebaut ist, die Individuen gehen also strahlenförmig nach allen Seiten von einem Gallertzentrum aus.

Die Einzelzellen sind noch zarter als bei *Synedra acus delicatissima*. Die Länge beträgt 97—102 µ, die Breite 1,5—1,7 µ (Abb. 29 b). Die Streifung ist sehr schwer sichtbar. Der Grund dafür ist nicht die Entfernung der Striae (22—24 auf 10 µ), sondern die geringe Höhe derselben. Sonst ist die Zeichnung vom *Synedra acus*-Typus. Gallertporen sind vorhanden, allerdings erst bei sehr guter Optik erkennbar. Die Individuen sind in wechselnder Zahl (2—20) zu zierlichen Kolonien vereinigt (Abb. 29 a).

Gefunden wurde die Varietät nur in wenigen Seen des Spree-Havelgebietes, im Petersdorfer See (14. 9. 22) und im Krummen See (30. 7. 22) in der Nähe von Fürstenwalde. Beide Seen sind stark eutroph.

Die Verbreitung dieser Diatomee ist recht eigenartig. Sie wurde zuerst von Ostenfeld aus dem Thingvallavatn in Südisland beschrieben und abgebildet. Genauere Angaben fehlen jedoch; es wird nur die Ansicht ausgesprochen, daß es sich um eine Form von *Synedra acus delicatissima* handelt. Seitdem ist sie nicht wieder gefunden worden. Auf Grund des genaueren Studiums der Schalenstruktur und der für *Synedra acus* eigenartigen Koloniebildung möchte ich diese Diatomee als Varietät bezeichnen und nenne sie *Synedra acus ostenfeldii* Krieger.

Synedra actinastroides Lemmermann.

Die in der Havel vorkommende Form (Abb. 31) hat eine Zelllänge von 45—60 μ, eine Breite von 3 μ und 14 Striae auf 10 μ. Sie steht also in der Mitte zwischen *S. act. typica* Lemmermann und *S. act. lata* Lemmermann. Die var. lata ist wohl überflüssig. Die Enden sind leicht gekopft.

In der Havel kommt die Art im Sommer nicht allzu häufig im eutrophen Abschnitt vor.

Synedra berolinensis Lemmermann.

Synedra berolinensis ist bedeutend seltener als die vorige Art, in der Havel war sie nur in einer Probe vom 20. 7. 24 aus dem Woblitz-See vorhanden. Sonst kommt sie zerstreut im Gebiet vor.

Die nahestehende *Synedra limnetica* Lemm. wurde zuerst aus dem Summt-See bei Berlin beschrieben; dort ist sie aber nicht wieder gefunden worden. Die Artberechtigung erscheint mir zweifelhaft bei der Betrachtung der Reihe Abb. 26a—h aus dem Jamunder See bei Köslin. Man sieht hier den lückenlosen Übergang von *Synedra berolinensis* Lemmermann über *Synedra limnetica* Lemmermann bis zu einer Form, die von *Fragilaria pinnata elliptica* (Schum.) Carlson nicht zu unterscheiden ist.

Danach würde *Synedra berolinensis* eigentlich zu *Fragilaria* zu rechnen sein. Da aber auch sonst Übergänge zwischen den beiden Gattungen vorkommen und die Trennung mehr nach praktischen Gesichtspunkten vorgenommen ist, liegt in der gebräuchlichen Bezeichnungsweise wohl kein großer Fehler. *Synedra limnetica* Lemmermann ist als Art jedenfalls zu streichen.

Synedra cyclopum Brutschy.

Bei der Untersuchung der Planktonsynedren fand sich ein biologisch und morphologisch recht interessanter Typus. In einigen Seen war ein Teil der Planktonkrustazeen (*Cyclops, Bosmina*) mit einem oft dichten Pelz einer *Synedra* überzogen.

Die Alge fällt sofort durch ihre mehr oder weniger bananenförmige Gestalt auf. Die Größe schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen zwischen 27 μ und 75 μ. Die Breite ist 4 μ. Die Enden sind kopfig vorgezogen. Eine Vorstellung von der wechselnden Gestalt gibt Abb. 30 a –d. Die Skulptur ist vom *Ulna*-Typus, die Streifung deutlich, 14—17 Striae auf 10 μ. Das Mittelfeld ist immer ausgebildet, aber wie so oft bei *Synedra*-Arten mit kurzen Streifen am Rande oder mit zarten Linien versehen, die bis zur Pseudoraphe reichen. In der Gürtelbandansicht sind die Ränder parallel oder ganz wenig konvergierend.

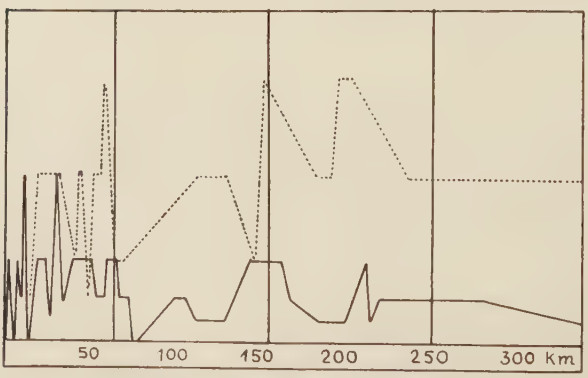
Gekrümmte Formen kommen gelegentlich auch bei anderen *Synedra*-Arten vor, doch ist die Art der Krümmung eine ganz andere.

Biologisch ist die Art gut charakterisiert durch ihr Vorkommen als Besatz auf Krustazeen. Ich fand die Alge in Brandenburg im Sabinen-See bei Rheinsberg (5. 8. 22), im Kleinen Glubig-See bei Buckow (3. 6. 23). Interessant ist das Vorkommen auch im Baikal-See, von dem ich ein Planktonpräparat der Freundlichkeit des Herrn R. W. Kolbe (Berlin) verdanke, Endlich fand sich die Diatomee im Torne-See (Lappland), aus dem mir Herr Prof. Kolkwitz eine Planktonprobe zur Verfügung stellte.

Neuerdings ist die Alge von Hustedt (1925) aus Posen, Schlesien und Böhmen und von Wislouch (1926) aus Polen beschrieben worden. Sie hat also eine recht weite Verbreitung.

Asterionella formosa Hassal.

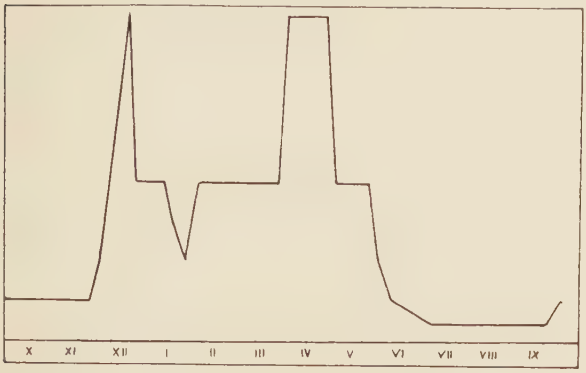
1880. von Heurck, Synopsis, T. 51, F. 19—22, 24.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 2, F. 3; T. 8, F. 3.
1911. Bachmann, Phytoplankton, T. 10, F. 1—7.
1911. Schmidt, Atlas, T. 269, F. 20, 21, 24, 25, 36, 37.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 9, F. 4—6.



Kurve 30. *Asterionella formosa.*

Asterionella ist wohl der häufigste Netzplanktont. Er ist von einer außerordentlichen Anpassungsfähigkeit und ist sowohl in ausgeprägt oligotrophen Gewässern wie in stark eutrophen Seen zu finden. Von einer zweiten *Asterionella*-Art habe ich mich trotz Durchsicht einiger Tausend Planktonproben nicht überzeugen können (Bachmann 1907, 1911).

Asterionella formosa ist regelmäßiger und häufiger Planktont in der Havel. Die Verbreitung im Stromlauf zeigt Kurve 30.



Kurve 31. *Asterionella formosa.*

Die Jahreskurve 31 für die mittlere Havel läßt deutlich ein ausgedehntes Maximum im Frühjahr und ein schwächeres im November und Dezember erkennen; im Sommer ist sie dort selten.

Vom Zellinhalt gibt die Abbildung auf Taf. V, Fig. 10 eine Vorstellung. Oft sind zwei Reihen von Chromatophoren zu sehen, wohl dann, wenn die Teilung der Chromatophoren der Kernteilung vorangegangen ist, und das scheint die Regel zu sein.

Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 70, F. 6.
1905. Müller, Njassa, T. 2, F. 11.
1907. Migula, Kryptogamenflora, T. 15, F. 9.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 9, F. 13.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 38, F. 15.
1921. Schmidt, Atlas, T. 335, F. 15—17.

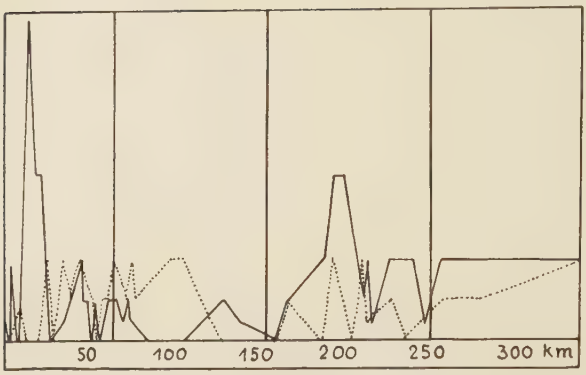
Die Anpassungserscheinungen, die *Synedra acus* Kg. zum Aufenthalt im Plankton befähigen, kommen auch bei *Nitzschia acicularis* (Kg.) W. Sm. in Betracht. Die Zellwand ist sehr dünn; die schmalen Fortsätze erreichen eine erhebliche Länge, es wurden Exemplare von 140 μ gemessen (Abb. 33). In der Havel tritt der Organismus sehr zerstreut auf, während er z. B. im Rhein im Sommer einen beträchtlichen Bestandteil des Planktons bildet. Die Hauptentwicklung dieser Art liegt im Benthos.

Nitzschia kützingiana Hilse.

1880. van Heurck, Synopsis, T. 69, F. 24—26.
1909. Hustedt, Süßwasserdiatomeen, T. 8, F. 20.
1912. Meister, Kieselalgen, T. 38, F. 11.

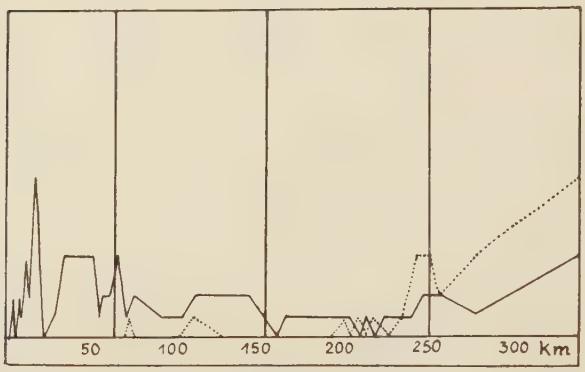
Diese Diatomee gehört zu den epiphytischen Planktonten. Oft sind die Kolonien von Cyanophyceen *(Microcystis, Chroococcus)* reichlich damit besetzt. Da diese Algen den Sommer bevorzugen, ist die Diatomee hauptsächlich in dieser Jahreszeit im Plankton zu finden.

Cyanophyceae.



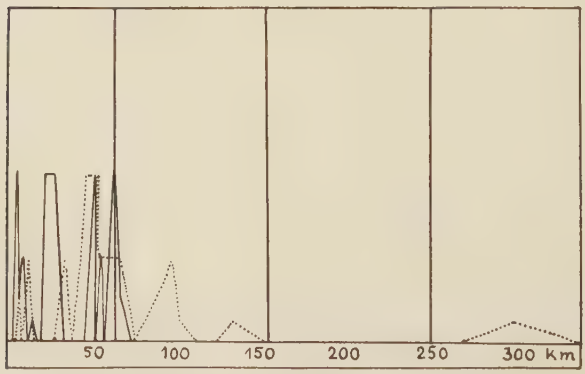
Kurve 32.

——— Sommerkurve von *Microcystis aeruginosa*
..... „ „ „ *flos aquae*



Kurve 33.

——— Sommerkurve von *Chroococcus limneticus*
..... „ „ „ *dispersus*



Kurve 34.

——— Sommerkurve für *Gloeotrichia echinulata*
..... „ „ *Aphanizomenon flos aquae*

Die planktonischen Cyanophyceen sind Warmwasserformen, deren Lebensweise jedoch ganz verschieden ist.

Microcystis aeruginosa Kützing.
Microcystis flos aquae (Wittr.) Kirchner.

Wenn man die beiden Arten bestehen läßt, ergibt sich für ihre Verbreitung in der Havel folgendes Bild (Kurve 32).

Microcystis holsatica Lemm.

An der Mündung.

Microcystis elabens (Menegh.) Kütz.

Selten.

Chroococcus limneticus Lemm.

Ein weitverbreiteter Planktont, der im ganzen Havellauf auftritt (Kurve 33).

Chroococcus dispersus (v. Keissler) Lemm.

Häufig nur im Unterlauf (Kurve 43).

Coelosphaerium naegelianum Unger.
Coelosphaerium kützingianum Nägeli.

Beide besonders in den Seen des Oberlaufes.

Merismopedia tenuissima Lemm.
„ *elegans* A. Br.
Selten im Plankton der Havel.

Marssoniella elegans Lemm.
Selten.

Gloeotrichia echinulata (Smith) Richter.
Charakteristisch für Abschnitt I (Kurve 34).

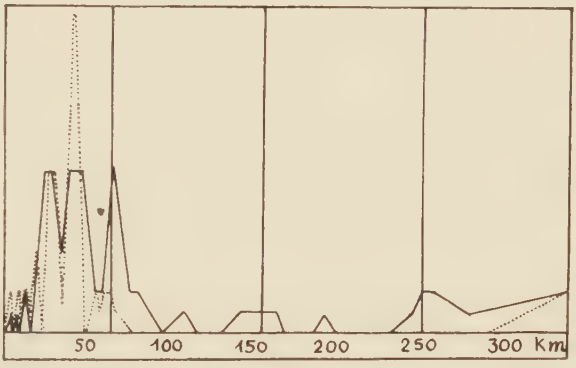
Aphanizomenon flos aquae (L.) Ralfs.
Vorwiegend im Seenabschnitt I (Kurve 34).

Anabaena macrospora Klebahn.
„ *flos aquae* (Lyngb.) Bréb.
„ *hassallii* (Kütz.) Wittrock.
„ *spiroides* Klebahn.
„ *lemmermannii* Richter.

Mit Ausnahme von *A. lemmermannii,* die in der Havel selten ist, sind die *Anabaena*-Arten im Abschnitt I reich entwickelt (Kurve 35).

Für *A. hassalii* und *A. macrospora* ist der Verlauf der Kurve ähnlich.

Lyngbya limnetica Lemm.
In der Havel im Frühjahr hin und wieder, im Sommer selten.



Kurve 35.
——— Sommerkurve von *Anabaena spiroides*
..... „ „ „ *flos aquae*

Oscillatoria agardhii Gom.
ist im Fluß nicht häufig, bildet jedoch im Heiligen See, der mit der Havel in Verbindung steht, eine Wasserblüte.

Chryomonadinae.

Mallomonas tonsurata Teiling.
„ *producta* Iwanoff.
„ *acaroides* Perty.
„ *caudata* Iwanoff.
„ *dubia* Lemm.

Die Abgrenzung der Arten gegeneinander ist recht unsicher. Die weiteste Verbreitung hat *M. tonsurata,* die auch von Utermöhl in den Seen Ostholsteins nicht selten beobachtet wurde. *M. producta* ist

nicht so häufig. *M. caudata* und M. acaroides wurden in den Seen des Oberlaufes festgestellt, *M. dubia* bei Fürstenberg.

Uroglena volvox Ehrbg.

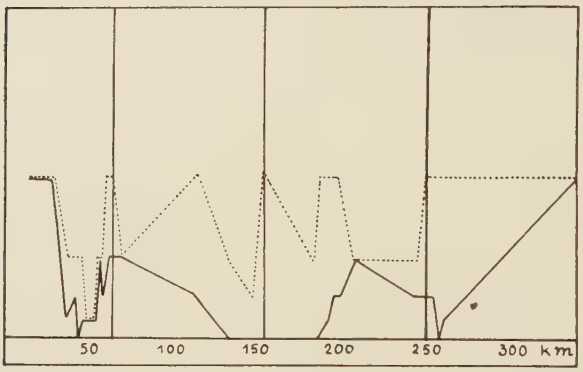
ist eine Kaltwasserform, die im Frühjahr besonders im Abschnitt I und II vorkommt.

Syncrypta volvox Ehrbg.

Hin und wieder.

Synura uvella Ehrbg.

ist im allgemeinen eine Kaltwasserform, die sich im Frühjahr im ganzen Havellauf häufig findet (Kurve 36). Im Sommer fehlt sie fast überall.



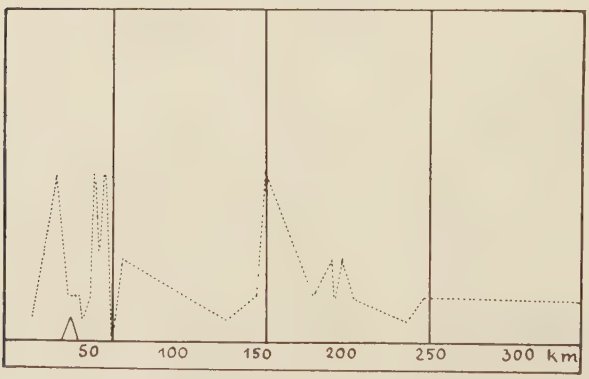
Kurve 36.

——— Frühjahrskurve von *Uroglenopsis americana*
..... „ „ *Synura uvella*

Sehr merkwürdig ist das isolierte, oft massenhafte Vorkommen auch in dieser Jahreszeit, so bei Pichelsdorf und im Teltowkanal.

Uroglenopsis americana Lemm.

ist bisher wenig beobachtet worden, bei uns im Frühjahr aber gar nicht selten (Kurve 36).



Kurve 37. *Dinobryon cylindricum.*

Dinobryon cylindricum Imhof.

ist eine ausgesprochene Kaltwasserform (Kurve 37), die z. B. auch im Torne-See (Lappland) beobachtet wurde. Im Gebiet ist sie im Frühjahr häufig, in Nordeuropa als Anpassung an den kurzen Sommer im Juli und August. Im April findet reichliche Zystenbildung statt.

Dinobryon divergens Imhof.

ist auch im Sommer in größerer Menge zu finden, wenn sie auch im allgemeinen im Frühjahr häufiger ist (Kurve 38).

Dinobryon stipitatum Stein

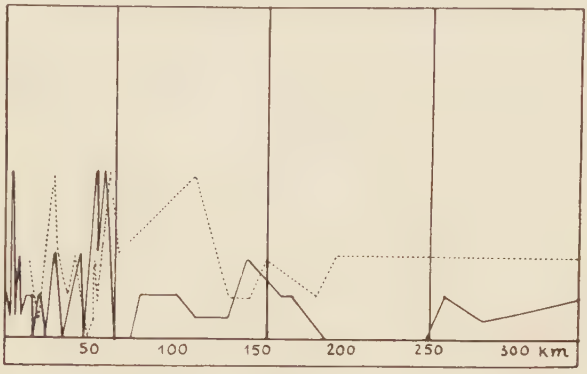
kann man zu den eurythermen Formen rechnen, sie ist besonders im Abschnitt I und II entwickelt.

Dinobryon sociale Ehrbg.

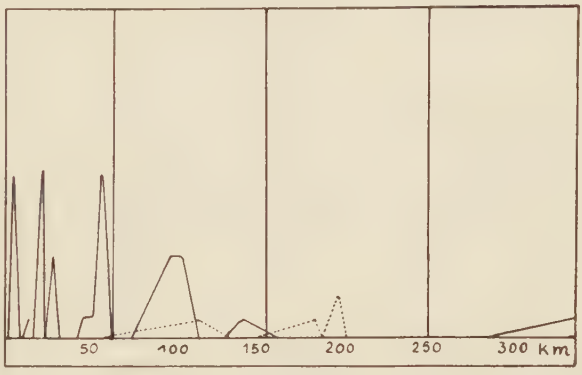
findet sich nur in den Quellseen.

Dinobryon sertularia Ehrb.

ist in der Havel ein Bewohner des warmen Sommerwassers und tritt im Frühjahr ganz zurück (Kurve 39). Die *Dinobryon*-Arten sind also trotz großer äußerer Ähnlichkeit biologisch ganz verschiedenartig.



Kurve 38. *Dinobryon divergens.*



Kurve 39. *Dinobryon sertularia.*

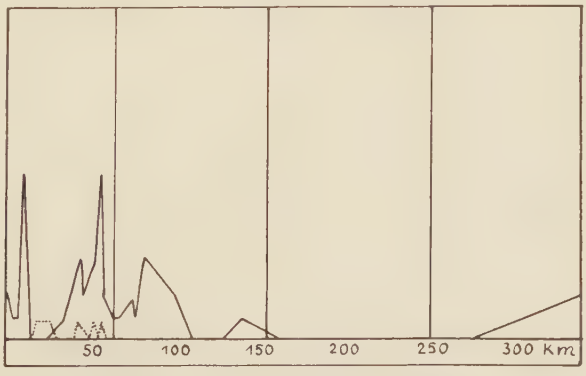
Hyalobryon lauterbornii Lemm.

Diese zarte Chrysomonade ist eine im Gebiet nicht häufige Warmwasserform. Sie wurde im Plankton epibiontisch auf *Melosira granulata, Stephanodiscus binderanus, Tetraspora lacustris* und *Attheya zachariasii* beobachtet.

Dinoflagellatae.

Von den Dinoflagellaten wurden nur die *Ceratium*-Arten in ihrer Verbreitung im Flußlauf verfolgt.

Ceratium cornutum Clap. et Lachm.



Kurve 40. *Ceratium hirundinella.*

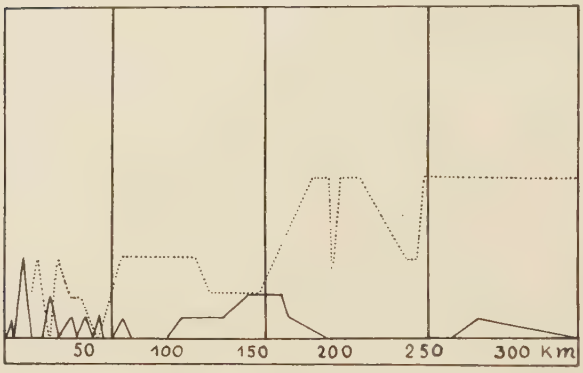
ist ein typischer Heloplanktont, der nur in den kleinen Quellseen vorkommt.

Ceratium hirundinella O. F. Müller
ist eine Warmwasserform unserer Seen, die im Unterlauf der Havel und im Frühjahr fast vollkommen fehlt (Kurve 40).

Volvocales.

Pandorina morum Bory.
In der Havel ziemlich gleichmäßig verbreitet. Für das Gebiet eurytherm.

Eudorina elegans Ehrbg.



Kurve 41. *Eudorina elegans.*

Im Gegensatz zur vorigen Art im kalten Wasser viel häufiger. Besonders gut in den stärker eutrophen Abschnitten III und IV entwickelt (Kurve 41).

Volvox aureus Ehrbg.
Im Fluß nur sehr spärlich vertreten. Häufiger in den Seen des Quellgebietes.

Chlorophyceae.

Tetrasporales.

Die planktonischen Tetrasporales sind in oligotrophen Gewässern häufiger; in der Havel spielen sie keine ausschlaggebende Rolle. Sie wurden hier besonders im Sommer gefunden.

Gloeococcus schroeteri (Chodat.) Lemm.
ist noch am häufigsten, sie ist in der Auswahl des Wohngebietes von den beobachteten Arten am wenigsten wählerisch.

Tetraspora lacustris Lemm.
Nur im Oberlauf.

Schizochlamys delicatula West.
In einigen Seen des Oberlaufes häufig, dann wieder an der Mündung.

Protococcales.

Am formenreichsten ist die Gattung *Pediastrum* im Plankton vertreten, wenn manche Arten auch das Benthos bevorzugen. Im Winter sind Aplanosporen häufig.

Pediastrum integrum Naegeli
kommt in der granulierten Form in einigen Seen des Oberlaufes vor.

Pediastrum simplex granulatum Lemm.
„ „ *radians* Lemm.
finden sich bei Zehdenick.

Pediastrum clathratum punctatum Lemm.
ist in der Havel ein seltener Gast, bringt es jedoch in manchen Seen zur Massenentwicklung.

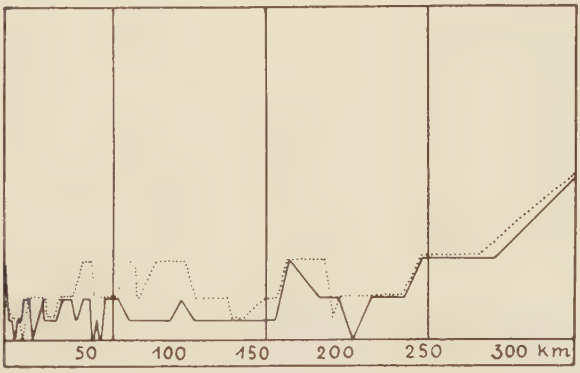
Pediastrum duplex Meyen.
„ „ *microporum* A. Br.
„ „ *clathratum* A. Br.
„ „ *reticulatum* Lagerh.
„ „ *gracillimum* West.
„ „ *rugulosum* Raciborski.
„ „ *asperum* A. Br.
„ „ *subintegrum* Raciborski.

Die Art ist äußerst variabel, die angeführten Varietäten gehen ineinander über. Sommervorkommen siehe Kurve 42.

Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini.
„ „ *perforatum* Raciborski.
„ „ *longicorne* Reinsch.
„ „ *granulatum* (Kützing) A. Br.
„ „ *forcipatum* Raciborski.
„ „ *subuliferum* (Kützing) Rabenhorst.
„ „ *divergens* Lemm.
„ „ *undulatum* Wille.

Die Existenzbedingungen sind ähnlich wie bei *Pediastrum duplex* (Kurve 42).

In der Ausbildung der Fortsätze, der Stellung der Zellen zueinander und in der Granulierung ist eine solche Mannigfaltigkeit vorhanden, daß die Abgrenzung der Varietäten auf große Schwierigkeiten stößt, da auch hier fast überall Übergangsformen vorkommen.



Kurve 42.
——— Sommerkurve von *Pediastrum duplex*
····· „ „ „ *boryanum*

Pediastrum kawraiskyi Schmidle.
Dieser nicht häufige Organismus tritt in einigen Seen des Ober-

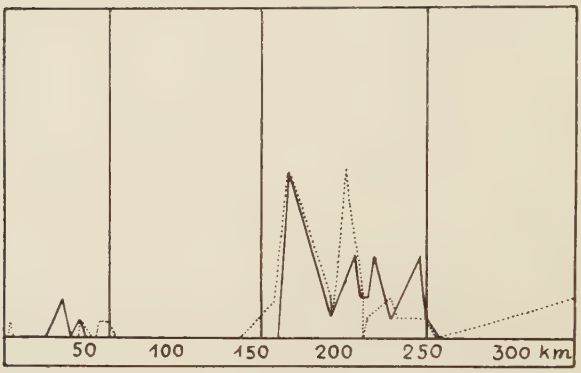
laufes und isoliert davon bei Brandenburg auf. Er ist nicht oligosaprob, wie Brunnthaler (1915) angibt.

Pediastrum tetras (Ehrbg.) Ralfs.
ist eine Benthosform, die seltener im Plankton auftritt. Dasselbe gilt für

Pediastrum biradiatum Meyen.
Beide sind hin und wieder in der Havel zu finden.

Tetracoccus botryoides W. West.
ist im Unterlauf vom Schwielow-See ab keine seltene Erscheinung.

Richteriella botryoides (Schmidle) Lemm.
ist besonders im dritten Abschnitt häufig. Sie bevorzugt stärker eutrophe Gewässer, was auch durch das isolierte Vorkommen im Woblitz-See bewiesen wird (Kurve 43).



Kurve 43.
——— Sommerkurve von *Richteriella botryoides*
..... „ „ *Actinastrum hantzschii*

Oocystis solitaria Wittr.
Oocystis elliptica W. West.
Oocystis naegelii A. Br.
Oocystis pelagica Lemm.
Von den *Oocystis*-Arten ist nur *Oocystis naegelii* A. Br. etwas häufiger, die anderen Arten sind in der Havel selten.

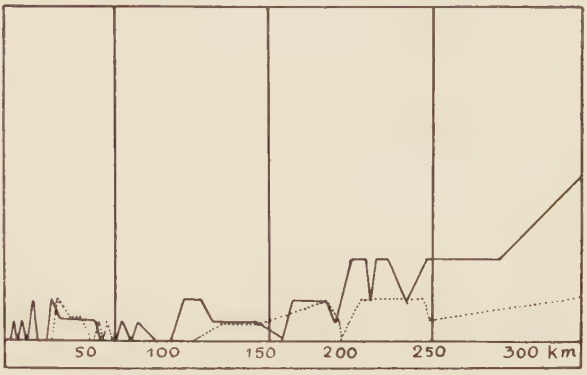
Chodatella ciliata (Lagerh.) Lemm.
Hin und wieder.

Tetraëdron trigonum (Naegeli) Hansgirg.
„ *caudatum* (Corda) Hansgirg.
„ *spinulosum* Schmidle.
„ *horridum* W. et G. S. West.
„ *limneticum* Borge.
„ *hastatum* (Rabenh.) Hansgirg.
Die *Tetraëdron-Arten* sind in der Havel selten, nur *T. limneticum* findet man hier und dort.

Scenedesmus obliquus (Turpin) Kützing.
„ *acuminatus* (Lagerh.) Chodat.
„ *denticulatus* Lagerh.
„ *serratus* (Corda) Bohlin.
„ *quadricauda* (Turpin) Brébisson.
„ „ *setosus* Kirchner.

Scenedesmus quadricauda horridus Kirchner.
„ „ *dispar* Brébisson.
„ *opoliensis* P. Richter.
„ *arcuatus* Lemm.
„ *bijugatus alternans* (Reinsch) Hansgirg.

Besonders reich an Vertretern der Gattung *Scenedesmus* ist der stark eutrophe Abschnitt 3 (*Sc. obliquus, acuminatus, quadricauda, opoliensis)*. Die anderen Arten sind seltener. *Scenedesmus quadricauda* findet sich im ganzen Havellauf und ist auch in der kalten Jahreszeit vorhanden, wenn auch nicht so häufig (Kurve 44). Von dieser Art wurden Kolonien von 2—4—8—16 Zellen beobachtet.

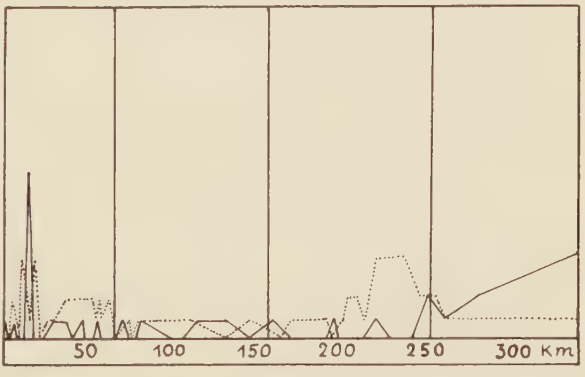


Kurve 44. *Scenedesmus quadricauda.*

Actinastrum hantzschii Lagerh.
ist eine Sommerform und hat ähnliche Existenzbedingungen wie *Richteriella botryoides* (Kurve 43).

Ihre äußere Erscheinung ist variabel (Abb. Taf. III, Fig. 34—36).

Die in Fig. 36 dargestellte Varietät möchte ich als *Actinastrum hantzschii obtusum* Krieger bezeichnen.



Kurve 45.

—— Sommerkurve von *Kirchneriella lunaris*
····· „ „ *Dictyosphaerium pulchellum.*

Crucigena triangularis Chodat
Hin und wieder.

Hofmania lauterbornii (Schmidle) Wille.
Im Oberlauf sehr zerstreut, sonst selten.

Kirchneriella lunaris (Kirchner) Moebius
ist im Sommer fast in der ganzen Havel vorhanden, doch nicht überall gleich häufig (Kurve 45).

Selenastrum bibraianum Reinsch.
Im Abschnitt 3.

Dictyosphaerium ehrenbergianum Naegeli.
„ *pulchellum* Wood.
Die zweite Art ist die häufigere, ihre Sommerkurve (Kurve 45) zeigt Maxima in Abschnitt 1 und 3.

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs.
Nur im Unterlauf häufiger.

Ankistrodesmus pfitzeri (Schröder) G. S. West.
Selten.

Ankistrodesmus setiger (Schröder) G. S. West.
Kaltwasserform des Unterlaufes.

Coelastrum microporum Naegeli.
„ *cambricum intermedium* (Bohlin) G. S. West.
„ *reticulatum* (Dangeard) Senn.
Die *Coelastrum*-Arten sind Warmwasserformen; am häufigsten ist *C. microporum*.

Conjugatae.

Von den planktonischen Desmidiaceen sind nur einige *Staurastrum*-Arten im Gebiet häufiger. Nicht selten ist

Staurastrum paradoxum Meyen,
das die Seen des Oberlaufes bevorzugt.

Staurastrum gracile Ralfs.
ist nicht so häufig wie die vorige Art.

Staurastrum avicula Breb.
„ *pseudopelagicum* W. et G. S. West.
Beide selten im Oberlauf.

Cosmarium depressum (Näg.) Lund.
Zerstreut in den Seen bei Fürstenberg.

Closterium aciculare West.
Selten im Quellgebiet.

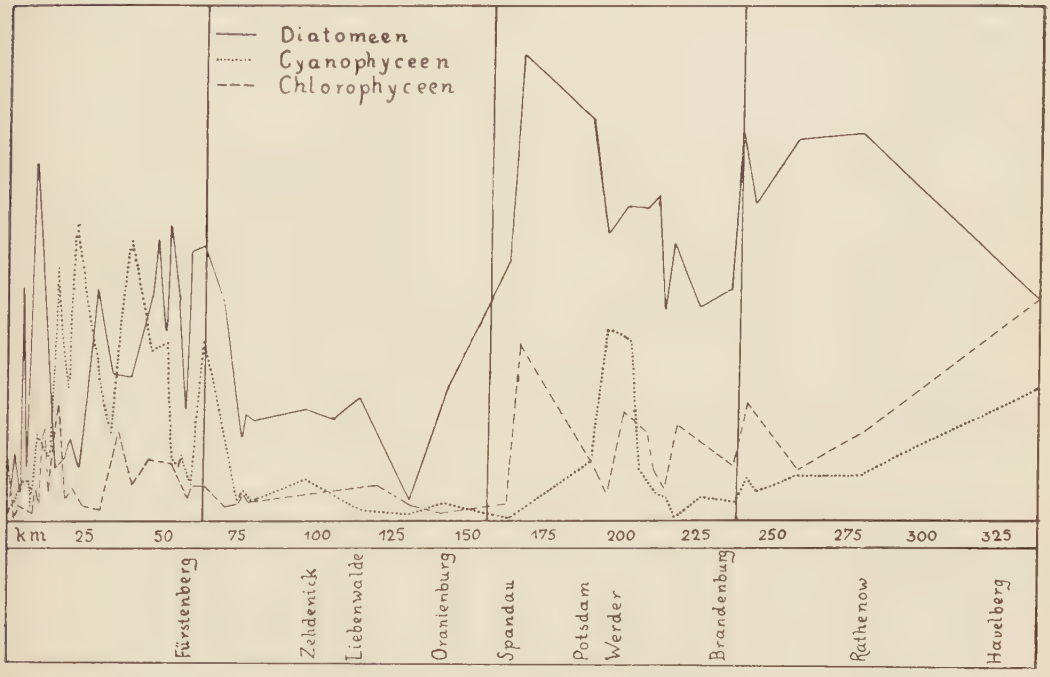
In den mecklenburgischen Havelseen nicht selten, sonst vereinzelt findet sich eine schmale *Mougeotia* (4—6 μ) mit langen Zellen (bis 160 μ), die nicht bestimmt werden konnte, da Zygoten nie beobachtet wurden. Sie ist ebenso wie die Planktondesmidiaceen eine Warmwasserform.

Heterocontae.

Botryococcus braunii Kützing
findet sich nur vereinzelt in der Havel. Die Art ist bei uns ein Bewohner kleinerer Seen. Moorgewässer werden bevorzugt.

IV.

Um nun mit Hilfe der Einzelergebnisse einen Überblick zu bekommen und um die Unterschiede in der Ausbildung des Planktons im Stromlauf deutlich zu machen, wurde eine Kurve entworfen, die das Diatomeen-, Chlorophyceen- und Cyanophyceenplankton im Hochsommer 1924 darstellt. Berücksichtigt wurde dabei nicht nur die Zahl der Arten, sondern auch ihre Häufigkeit. Um Resultate zu erhalten, die mit der Wirklichkeit möglichst übereinstimmen, wurden als Häufigkeitsfaktoren Glieder einer geometrischen Reihe gewählt (Kurve 46).



Kurve 46. Sommerplankton der Havel.

Der Teil der Kurve, der dem Abschnitt I entspricht, ist äußerst unruhig. Jeder See hat sein Lokalplankton, trotzdem sie alle durch die Havel verbunden sind. Bald dominieren Diatomeen, bald Cyanophyceen. Wie groß die Unterschiede in der Zusammensetzung des Planktons benachbarter Seen sind, die durch etwas mehr als 1 km des allerdings hier recht schmalen Flusses getrennt sind, zeigt die folgende Übersicht (S. 50).

Das Bild ändert sich plötzlich beim Austritt aus dem Stolpsee bei Himmelpfort. Zwar wird ein Teil der Organismen aus dem ersten Abschnitt noch auf weite Strecken mitgeführt, ein anderer Teil verschwindet jedoch nach wenigen Kilometern, z. B. *Gloeotrichia*

Netzplankton vom 21. 7. 24	Käbelick-See	Grantziner See	Pagel-See
Diatomatae			
Melosira granulata	h	h	z
„ „ *angustissima*	—	z	sz
„ *italica ambigua*	s	—	sz
„ *varians*	—	—	s
Cyclotella comta	—	s	sz
„ *meneghiniana*	z	sz	s
Stephanodiscus astraea	s	z	s
„ *pusillus*	—	—	s
Rhizosolenia longiseta	s	—	—
Attheya zachariasii	s	z	s
Tabellaria fenestrata asterionelloides	—	—	z
Diatoma elongatum	h	—	—
Fragilaria crotonensis	z	h	
„ *capucina*	z	—	s
„ *intermedia*	z	sz	z
„ *construens*	—	s	z
„ *pinnata elliptica*	—	—	z
Asterionella formosa	z	h	h
Synedra acus	z	z	sz
Nitzschia acicularis	s	—	—
Chlorophyceae			
Gloeococcus schroeteri	sz	sz	—
Tetraspora lacustris	sz	—	—
Schizochlamys delicatula	—	h	z
Pediastrum duplex	s	sz	sz
„ *boryanum*	s	s	—
„ *tetras*	s	—	—
Oocystis naegelii	sz	—	s
Scenedesmus quadricauda	s	s	—
Crucigenia rectangularis	—	—	s
Kirchneriella lunaris	s	—	—
Dictyosphaerium pulchellum	—	z	s
„ *ehrenbergianum*	—	s	—
Coelastrum microporum	—	s	—
„ *cambricum intermedium*	—	s	—
Cyanophyceae			
Chroococcus limneticus	sz	z	sz
Microcystis aeruginosa	—	sz	sz
„ *flos aquae*	s	—	—
Coelosphaerium naegelianum	—	s	—
Aphanizomenon flos aquae	—	s	—
Anabaena flos aquae	sz	sz	—
„ *hassallii*	sz	sz	sz
„ *macrospora*	sz	sz	s
„ *spiroides*	s	sz	sz
Gloeotrichia echinulata	h	s	—
Conjugatae			
Staurastrum paradoxum	—	s	s
Mougeotia spec.	sz	s	—

Netzplankton vom 21. 7. 24	Käbelick-See	Grantziner See	Pagel-See
Flagellatae			
Dinobryon sertularia	z	—	—
„ *divergens*	z	sz	sz
„ *sociale*	sz	sz	sz
Hyalobryon lauterbornii	s	s	s
Uroglena volvox	s	—	—
Ceratium hirundinella	s	z	h
Volvox aureus	s	s	h
Eudorina elegans	—	z	sz
Pandorina morum	—	z—	z

Häufig sind im Käbelick-See: *Melosira granulata. — Diatoma elongatum. — Gloeotrichia echinulata,*

im Grantziner See: *Melosira granulata. — Fragilaria crotonensis. — Asterionella formosa. — Schizochlamys delicatula,*

im Pagel-See: *Fragilaria crotonensis. — Asterionella formosa. — Ceratium hirundinella. — Volvox aureus.*

echinulata, die bis zur Mündung nicht wieder auftritt. Das Plankton dieses Abschnittes ist infolge der stärkeren Strömung reich an Detritus, zwischen dem die Organismen fast verschwinden. In der Kurve ist dieser Teil deutlich zu erkennen.

In der Havel tritt nun ein zweiter Seenabschnitt auf. Nördlich von Spandau erweitert sich der Fluß und wird bis weit hinter Potsdam seenartig. In der Kurve tritt dieser Abschnitt deutlich in die Erscheinung; es kommt zu einer Massenentwicklung von Plankton, besonders der Diatomeen, die ihre Ursachen nicht nur in der durch die größere Wassermenge und die geringe Strömungsgeschwindigkeit bedingten Entwicklungsmöglichkeit, sondern auch in dem durch Berlin verursachten Reichtum an Nährstoffen hat.

Nach einem abermaligen Anstieg, der durch die großen Seen bei Brandenburg veranlaßt ist, tritt die Havel in den vierten Abschnitt ein. Er stellt einerseits das Abklingen des dritten Abschnittes dar, bringt aber doch besondere Verhältnisse. Sein Wasserreichtum läßt eine Entwicklung von Plankton zu, das von den zahlreichen Altwässern immer wieder ergänzt wird. Da das Plankton dort in der Hauptsache aus Chlorophyceen und Cyanophyceen besteht, steigt die Kurve für diese beiden Gruppen an, während das Entgegengesetzte für die Diatomeen gilt, die in Seen ihre Hauptentwicklung haben. Durch Ortschaften eutrophierte Zuflüsse wirken in derselben Richtung, so daß an der Mündung die drei in der Kurve dargestellten Algengruppen etwa in der gleichen Menge vorkommen.

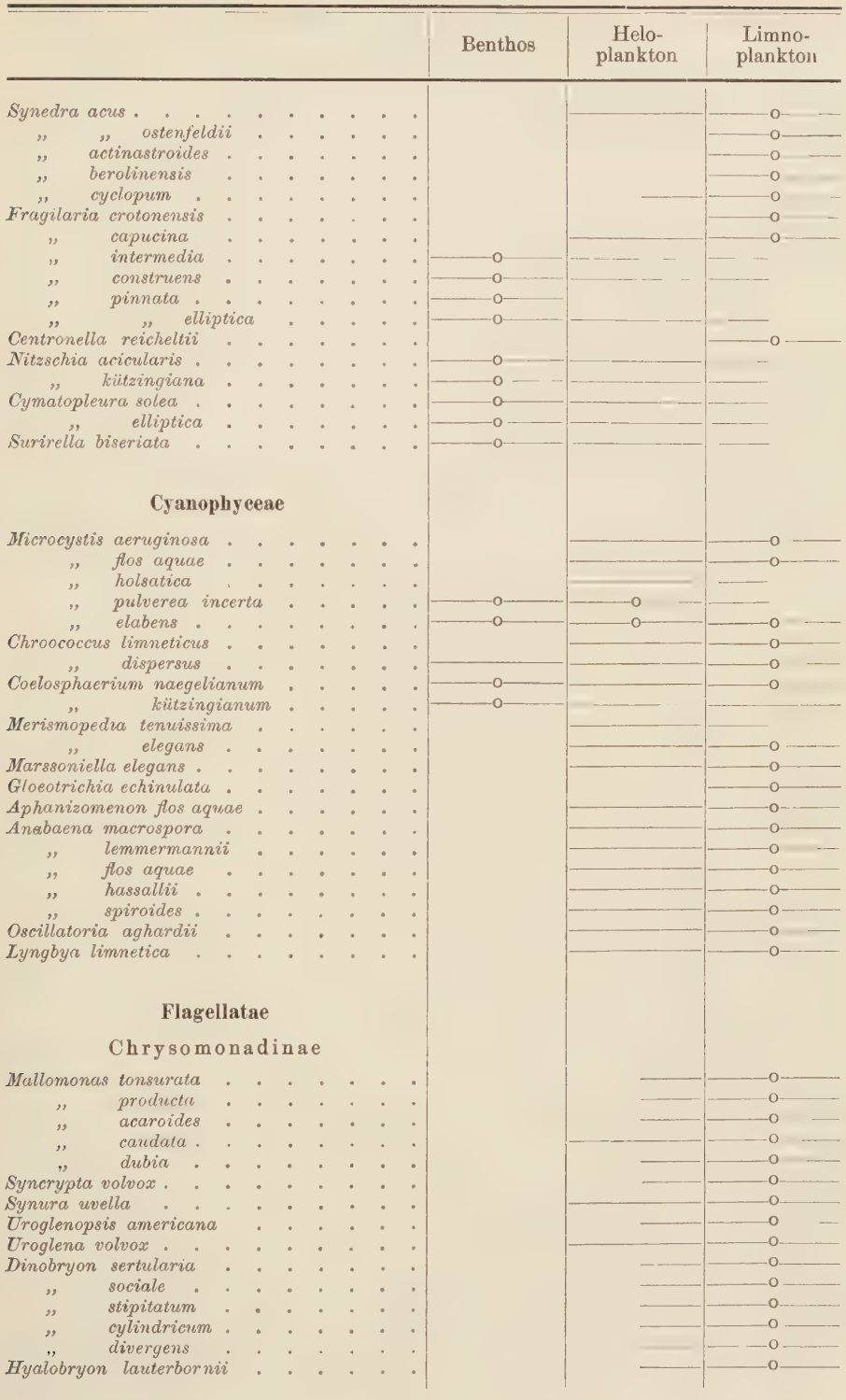
Es handelt sich nun darum, den Gründen für diese Verschiedenheiten nachzugehen.

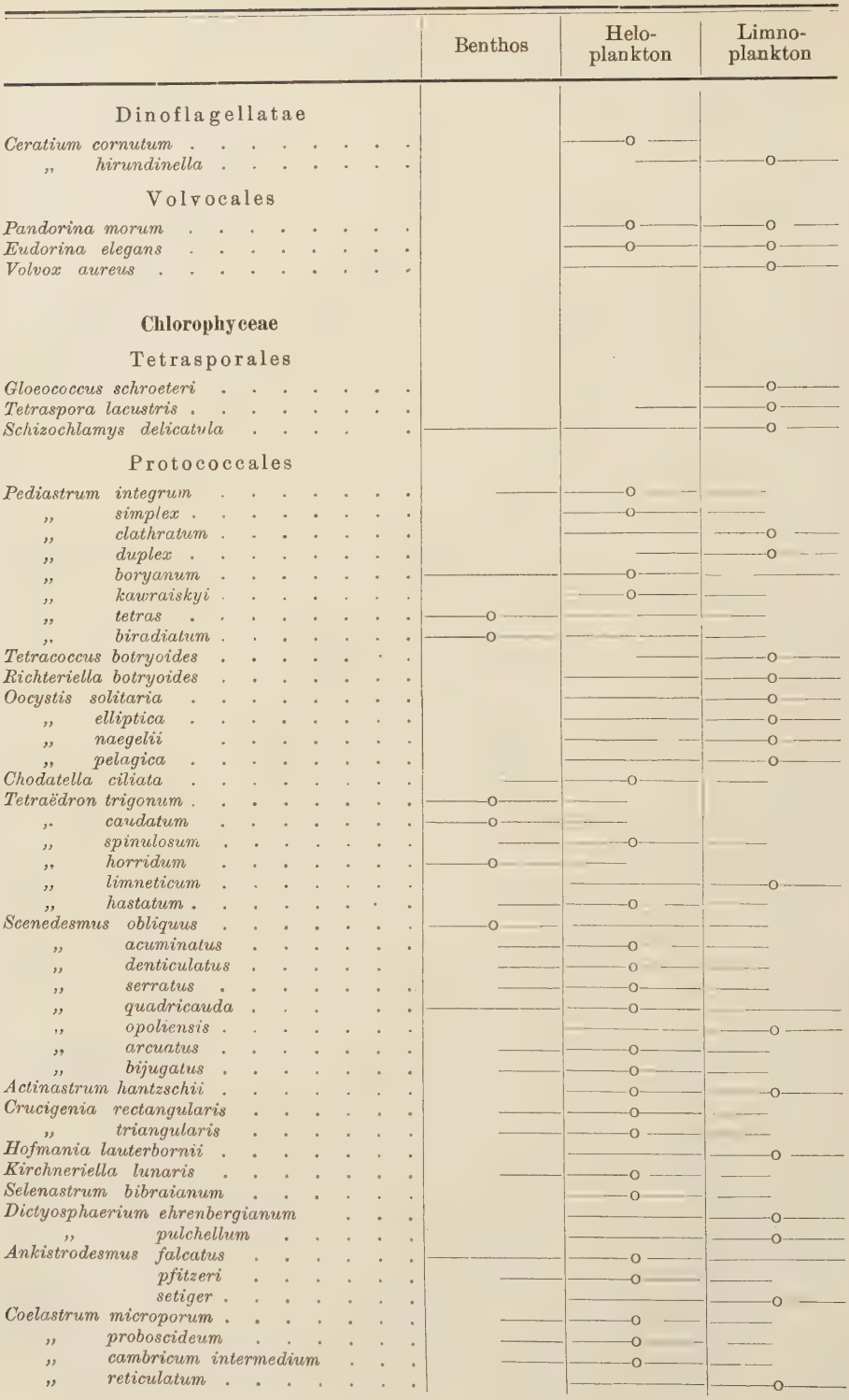
V.

Die Phytoplanktonten sind im einzelnen in ganz verschiedenem Grade zum Aufenthalt im freien Wasser befähigt. Bei manchen Formen, wie z. B. *Cymatopleura* oder *Surirella*, ist bis jetzt keine endgültige Entscheidung darüber getroffen, ob sie überhaupt zum Plankton gehören oder nicht. Da diese ökologischen Faktoren zur Charakterisierung der Arten und zur Abgrenzung von Varietäten dienen können, möchte ich sie in einer Tabelle zusammenstellen. Was die reinen Benthosorganismen betrifft, so sind hier nur solche Arten angeführt, die zuweilen als Planktonten angesehen werden. Eine zweite Gruppe wird von den Organismen gebildet, die in kleinen und flachen Gewässern Plankton bilden können, ohne aber in das eigentliche Limoplankton hineinzureichen. Als dritte Gruppe erscheinen dann die typischen Planktonten der tieferen Süßwasserbecken.

Eine ganze Reihe von Arten kommt in mehreren Wohngebieten vor. So gehört z. B. eine Gruppe von Organismen im allgemeinen dem Benthos an, ist aber auch häufig im Plankton zu finden, weil sie sich aus irgendeinem Grunde längere Zeit im freien Wasser aufzuhalten vermag. Voraussetzung ist dann das Vorhandensein einer Anpassungserscheinung, die aber allein nicht ausreicht, um das obligatorische Schweben zu ermöglichen. Dazu gehört z. B. *Melosira varians* mit Kettenbildung als Anpassung.

	Benthos	Heloplankton	Limnoplankton
Diatomatae			
Melosira granulata			o
„ „ *angustissima*			o
„ „ *curvata*			o
„ „ *helvetica*			o
„ *italica*	o		
„ „ *ambigua*			o
„ „ *crenulata*			o
„ *varians*	o		
Cyclotella dubia	o		
„ *meneghiniana*	o		
„ *comta*			o
„ „ *qudrijuncta*			o
„ *kützingiana*			o
Stephanodiscus astraea			o
„ *hantzschii*			o
„ *pusillus*			o
„ *binderanus*			o
Coscinodiscus subtilis rothii minor			o
Attheya zachariasii			o
Rhizosolenia longiseta			o
Tabellaria fenestrata			o
„ „ *asterionelloides*			o
Diatoma elongatum	o		o
„ „ *actinastroides*			o


Benthos
Helo-plankton
Limno-plankton
Synedra acus
„ „ ostenfeldii
„ actinastroides
„ berolinensis
„ cyclopum
Fragilaria crotonensis
„ capucina
„ intermedia
„ construens
„ pinnata
„ „ elliptica
Centronella reicheltii
Nitzschia acicularis
„ kützingiana
Cymatopleura solea
„ elliptica
Surirella biseriata
Cyanophyceae
Microcystis aeruginosa
„ flos aquae
„ holsatica
„ pulverea incerta
„ elabens
Chroococcus limneticus
„ dispersus
Coelosphaerium naegelianum
„ kützingianum
Merismopedia tenuissima
„ elegans
Marssoniella elegans
Gloeotrichia echinulata
Aphanizomenon flos aquae
Anabaena macrospora
„ lemmermannii
„ flos aquae
„ hassallii
„ spiroides
Oscillatoria aghardii
Lyngbya limnetica
Flagellatae
Chrysomonadinae
Mallomonas tonsurata
„ producta
„ acaroides
„ caudata
„ dubia
Syncrypta volvox
Synura uvella
Uroglenopsis americana
Uroglena volvox
Dinobryon sertularia
„ sociale
„ stipitatum
„ cylindricum
„ divergens
Hyalobryon lauterbornii


Benthos
Helo-plankton
Limno-plankton
Dinoflagellatae
Ceratium cornutum
„ hirundinella
Volvocales
Pandorina morum
Eudorina elegans
Volvox aureus
Chlorophyceae
Tetrasporales
Gloeococcus schroeteri
Tetraspora lacustris
Schizochlamys delicatula
Protococcales
Pediastrum integrum
„ simplex
„ clathratum
„ duplex
„ boryanum
„ kawraiskyi
„ tetras
„ biradiatum
Tetracoccus botryoides
Richteriella botryoides
Oocystis solitaria
„ elliptica
„ naegelii
„ pelagica
Chodatella ciliata
Tetraëdron trigonum
„ caudatum
„ spinulosum
„ horridum
„ limneticum
„ hastatum
Scenedesmus obliquus
„ acuminatus
„ denticulatus
„ serratus
„ quadricauda
„ opoliensis
„ arcuatus
„ bijugatus
Actinastrum hantzschii
Crucigenia rectangularis
„ triangularis
Hofmania lauterbornii
Kirchneriella lunaris
Selenastrum bibraianum
Dictyosphaerium ehrenbergianum
„ pulchellum
Ankistrodesmus falcatus
pfitzeri
setiger
Coelastrum microporum
„ proboscideum
„ cambricum intermedium
„ reticulatum

VI.

Die Variabilität der Planktonorganismen ist im allgemeinen recht groß, die Unterscheidung daher oft nicht leicht durchführbar. Sie wird erleichtert, wenn möglichst viel Kennzeichen zusammengetragen werden. Für die Trennung kommen in Betracht:

1. Äußere Morphologie,
2. Deskriptive Zytologie,
3. Entwicklungs- und Fortpflanzungsvorgänge,
4. Physiologie,
5. Ökologie,
6. Geographische Verbreitung.

Man versucht, von der Trennung der Arten nach äußeren Faktoren allmählich loszukommen, bei vielen Planktonten bisher ohne rechten Erfolg. Die deskriptive Zytologie, die z. B. bei den Protozoen zu weittragenden Ergebnissen geführt hat, ist für das Phytoplankton erst an wenigen Stellen in Angriff genommen, dasselbe gilt für die vegetative und generative Entwicklung.

Pflanzengeographisch ist eine Fülle von Arbeiten vorhanden, die aber noch der Sichtung harren. Ökologische und ernährungsphysiologische Fragen sind in neuerer Zeit mehr berücksichtigt worden (Kolkwitz 1911, Utermöhl 1925). Die Arbeit Utermöhls beweist, daß sich Arten recht gut auf dieser Grundlage unterscheiden lassen. Ich möchte das Verhalten zum Chemismus der Gewässer ebenfalls für die Charakterisierung der Arten ausnutzen.

Es werden dabei die gebräuchlichen Trophiestufen (oligotroph, eutroph, polytroph) benutzt. Utermöhl unterscheidet 5 Eutrophiestufen, die eine lückenlose Verbindung zwischen Oligotrophie und Polytrophie herstellen. Wählt man dabei die Abstände zu klein, so wird die Unterscheidung schwierig und ist oft nicht durchführbar. In der hier folgenden Übersicht sind deshalb nur 3 Eutrophiestufen unterschieden.

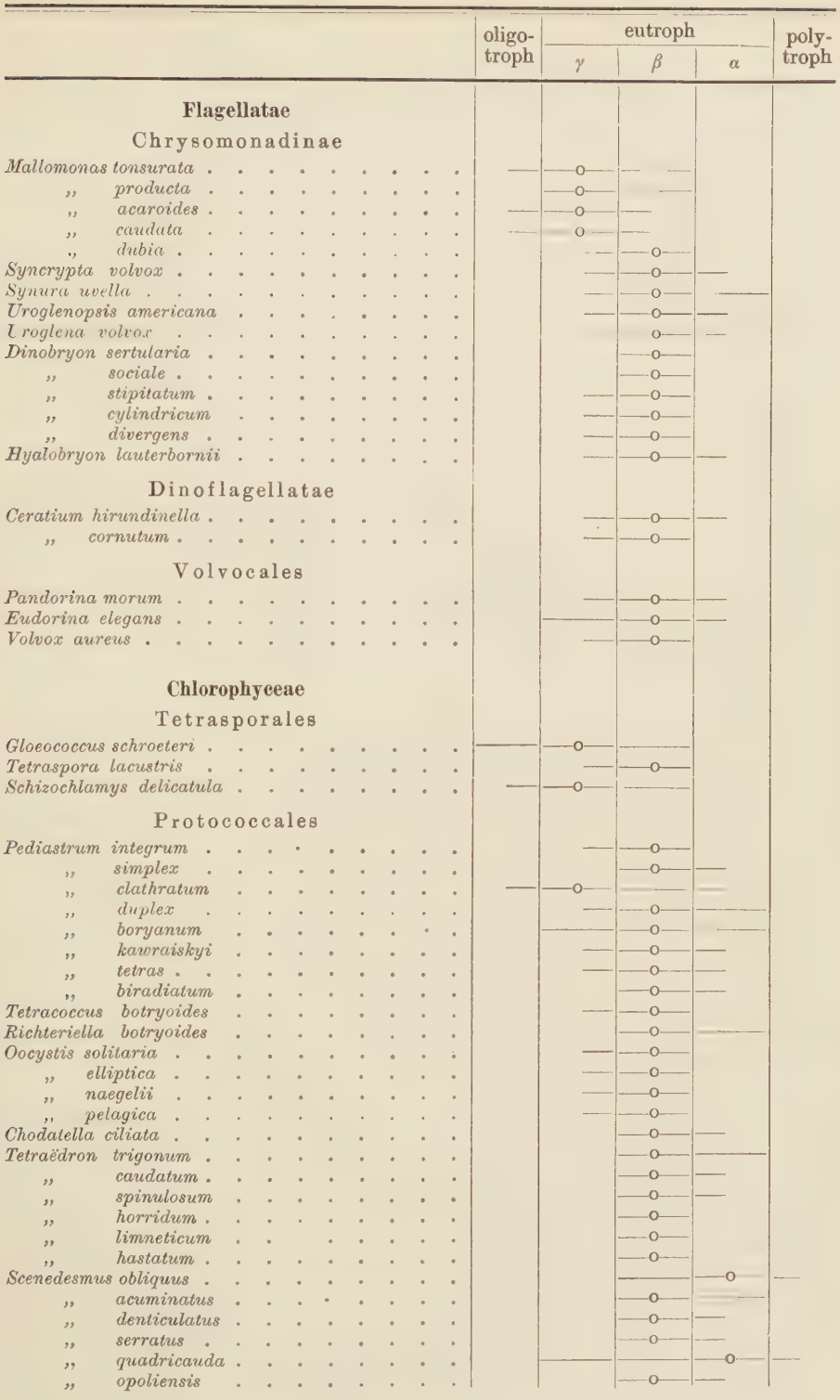
Schwach (γ) eutroph sind Gewässer ohne eigentliche Wasserblüte, aber mit gut entwickeltem Plankton, bei dem Chrysomonaden und Dinoflagellaten eine erhebliche Rolle spielen. Unsere tiefen Süßwasserbecken gehören vielfach hierher.

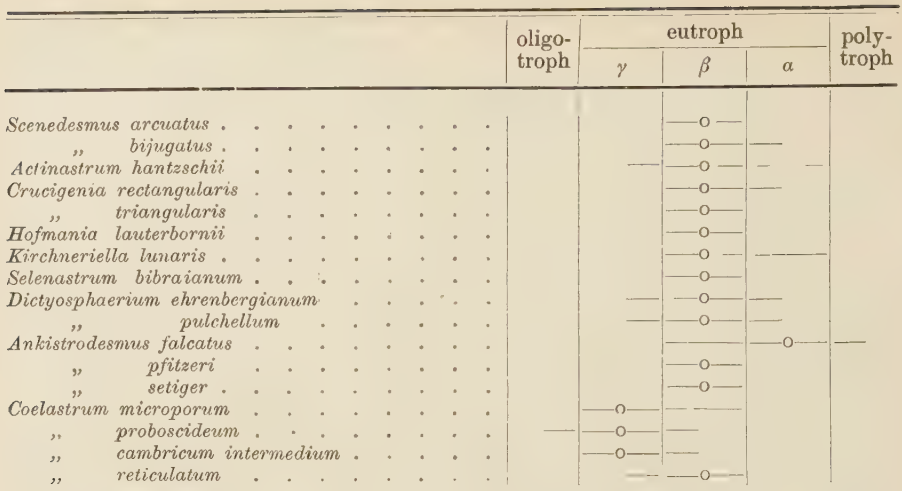
Mittlere (β) Eutrophie zeigen Gewässer mit häufiger, in bezug auf die Arten wechselnder Wasserblüte, die meist von Diatomeen und Cyanophyceen gebildet wird.

Bei starker (α) Eutrophie, die nur in flachen Gewässern vorkommt, ist das Wasser während des ganzen Jahres vegetationsgefärbt; Protococcales und Volvocales herrschen vor.

Oligotrophe Seen sind besonders im Gebirge und in Nordeuropa entwickelt, in der Ebene durch Lobeliaseen vertreten. Polytroph sind flache Teiche mit starker Düngung.

	oligo-troph	eutroph γ	eutroph β	eutroph α	poly-troph
Diatomatae					
Melosira granulata		—	—o—	— —	
„ „ *angustissima*		—	—o—	— —	
„ „ *curvata*		—	—o—	— —	
„ „ *helvetica*		—	—o—	—	
„ *italica*	—	—	—o—	—	—
„ „ *ambigua*		—	—o—	—	
„ „ *crenulata*	—	—o—	—		
„ *varians*			—o—	— —	
Cyclotella dubia		—	—o—	—	
„ *meneghiniana*			—	—o—	—
„ *comta*	—	—o—	—		
„ „ *quadrijuncta*		—o—	—		
„ *kützingiana*	—	—o—	—		
Stephanodiscus astraea		—	—o—	—	
„ *hantzschii*			—o—	—	
„ *pusillus*			—o—	—	
„ *binderanus*			—o—	—	
Coscinodiscus subtilis rothii			—o	—	
Attheya zachariasii		—	—o—	—	
Rhizosolenia longiseta		—	—o		
Tabellaria fenestrata		—	—o		
„ „ *asterionelloides*		—	—o		
Diatoma elongatum			—o—	— —	
„ „ *actinastroides*			—o—	—	
Synedra acus		—	—o—	—	
„ „ *ostenfeldii*		—	—o—	—	
„ *actinastroides*			—o—	—	
„ *berolinensis*			—o—	—	
„ *cyclopum*	—	—	—o—		
Fragilaria crotonensis		—	—o—		
„ *capucina*		—	—o—	—	
„ *intermedia*		—	—o—		
„ *construens*		—	—o	—	
„ *pinnata*		—	—o—	—	
„ „ *elliptica*		—	—o—	—	
Centronella reicheltii			—o—	—	
Nitzschia acicularis			—o —	— —	
„ *kützingiana*			—o—	— —	
Cymatopleura solea		—	—o—	—	
„ *elliptica*		—	—o—	—	
Surirella biseriata		—	—o—	— —	
Cyanophyceae					
Microcystis aeruginosa		—	—o—	— —	
„ *flos aquae*		—	—o—	— —	
„ *holsatica*			—o—	— —	
„ *pulverea incerta*			—o —	—	
„ *elabens*			—o—		
Chroococcus limneticus		—	—o—	—	
„ *dispersus*		—	—o—	—	
Coelosphaerium naegelianum		—	—o—	—	
„ *kützingianum*		—	—o—	—	
Merismopedia elegans		—	—o—	—	
Gloeotrichia echinulata			—o—	—	
Aphanizomenon flos aquae		—	—o—		
Anabaena macrospora		—	—o—		
„ *lemmermannii*			—o—	—	
„ *flos aquae*			—o—	—	
„ *hassallii*			—o—	—	
„ *spiroides*		—	—o—		
Oscillatoria aghardii		—	—o—		
Lyngbya limnetica		—	—o—		


oligo-troph
eutroph
γ
β
α
poly-troph
Flagellatae
Chrysomonadinae
Mallomonas tonsurata
„ producta
„ acaroides
„ caudata
„ dubia
Syncrypta volvox
Synura uvella
Uroglenopsis americana
Uroglena volvox
Dinobryon sertularia
„ sociale
„ stipitatum
„ cylindricum
„ divergens
Hyalobryon lauterbornii
Dinoflagellatae
Ceratium hirundinella
„ cornutum
Volvocales
Pandorina morum
Eudorina elegans
Volvox aureus
Chlorophyceae
Tetrasporales
Gloeococcus schroeteri
Tetraspora lacustris
Schizochlamys delicatula
Protococcales
Pediastrum integrum
„ simplex
„ clathratum
„ duplex
„ boryanum
„ kawraiskyi
„ tetras
„ biradiatum
Tetracoccus botryoides
Richteriella botryoides
Oocystis solitaria
„ elliptica
„ naegelii
„ pelagica
Chodatella ciliata
Tetraëdron trigonum
„ caudatum
„ spinulosum
„ horridum
„ limneticum
„ hastatum
Scenedesmus obliquus
„ acuminatus
„ denticulatus
„ serratus
„ quadricauda
„ opoliensis



Rein oligotrophe Organismen kommen im untersuchten Havelgebiet nicht vor, wohl aber eine Reihe von Formen, die in diesen Typus hineinreichen oder dort ihre Hauptentwicklung zeigen (*Cyclotella comta*). Wirklich eurytrophe Arten sind selten, ebenso selten allerdings auch solche, die nur in einer Trophiestufe vorkommen.

Aufgenommen sind in die vorstehende Tabelle nur die im untersuchten Gebiet beobachteten Formen. Es kommen hier nur eutrophe Gewässer in Betracht.

Zusammenfassung.

1. Das Potamoplankton stellt im Gegensatz zum Seenplankton die Zusammenfassung der Organismenwelt der verschiedensten Gewässertypen eines mehr oder weniger großen Gebietes dar. Es wurde versucht, einen Überblick über die verschiedenen Komponenten zu gewinnen, aus denen schließlich das Potamoplankton resultiert. Dabei wurde bei den größeren Einheiten, den Quellabflüssen, den Bächen, den Teichen und Seen, eine Reihe von biologischen Typen aufgestellt.

2. Es wurde eine Übersicht über die Milieufaktoren gegeben, denen das Potamoplankton unterworfen ist (Strömungsgeschwindigkeit, Chemismus, Wassermenge, Detritusgehalt, Temperatur).

3. Im Havellauf wurden vier Abschnitte unterschieden, die in der Hauptsache morphologisch bedingt sind, und davon abhängig Differenzen in bezug auf das Gefälle und die Wassermenge aufweisen. Außerdem findet eine fortschreitende Eutrophierung im Flußlauf statt.

4. Die systematische Übersicht umfaßt:

Diatomatae	38
Cyanophyceae	21
Flagellatae	17
Chlorophyceae	50
Conjugatae	7
Heterocontae	1
Arten und Varietäten	134

5. Um die Verteilung der einzelnen Arten im Flußlauf zu veranschaulichen, werden von 41 Planktonten Verbreitungskurven entworfen, die wesentliche ökologische und artdiagnostische Merkmale aufzeigen.

6. Auf Grund einer Serie von Aufsammlungen aus der Havel bei Potsdam konnten für eine Reihe von Planktondiatomeen Kurven hergestellt werden, die den Einfluß der Jahreszeiten und damit der Temperatur auf das Leben der Art nachweisen.

7. Die Planktonmelosiren, bei denen in systematischer Beziehung keine Klarheit herrscht, wurden gesichtet. Die neuerdings von Bethge (1925) aufgestellte *Melosira polymorpha* enthält so heterogene Elemente, daß sie wieder in ihre Teilarten zerlegt werden mußte. Für die Unterscheidung wurde auch das Vergrößerungsverhältnis bei der Auxosporenbildung verwendet und eine genauere Beschreibung der bekannten Auxosporen gegeben.

Eine mehrjährige Periodizität bei der Auxosporenbildung ist im Gebiet nicht vorhanden. Eine Bevorzugung bestimmter Zellbreiten (Verzögerungszustand Bethge) konnte nicht beobachtet werden; die durchschnittliche Zellbreite gibt ein gutes Artmerkmal ab.

Als ausreichende Erklärung für den Pleomorphismus wurde die Temperatur des umgebenden Wassers zur Zeit der Zellwandbildung angesehen. Längere Dornen wurden bei *Melosira granulata helvetica* nicht beobachtet.

8. Über den Umfang der übrigen Darstellung hinausgehende kritisch-systematische Bemerkungen finden sich bei folgenden Formen:

Melosira granulata angustissima O. M. — Verhältnis zur typischen Art.
„ „ *helvetica* (O. M.) A. Cleve — Verhältnis zur typischen Art.
Stephanodiscus pusillus (Grun.) Krieger — Verhältnis zu *Stephanodiscus hantzschii.*
„ *binderanus* (Kg.) Krieger — Entfernung aus der Gattung *Melosira.*
Cyclotella dubia Fricke — Verwandtschaft mit *Stephanodiscus astraea* und *Cyclotella meneghiniana.*
„ *kützingiana* Thwaites — Variationstendenzen.
Diatoma elongatum actinastroides Krieger — nov. var.
Synedra acus ostenfeldii Krieger — nov. var.
„ *berolinensis* Lemm. — Verhältnis zu *Synedra limnetica* Lemm.
„ *cyclopum* Brutschy — eingehende Beschreibung.
Actinastrum hantzschii obtusum Krieger — nov. var.

9. Eingehendere ökologisch-morphologische Beobachtungen wurden besprochen bei:

Melosira granulata (Ehrbg.) Ralfs — Auxosporen.
„ „ *helvetica* (O. M.) A. Cleve — Pleomorphismus. Auxosporenbildung.

Stephanodiscus pusillus (Grun.) Krieger — Auxosporen.
„ *hantzschii* Grun. — Auxosporen.
Coscinodiscus subtilis rothii minor (Grun.) v. Heurck — Verbreitung in der Havel.
Diatoma elongatum Ag. — Benthos- und Planktonform.
Synedra cyclopum Brutschy — Geographische Verbreitung.
Dinobryon — Ökologische Unterscheidung der Arten.

10. Zytologische Untersuchungen wurden ausgeführt bei:
Melosira granulata (Ehrbg.) Ralfs — Vorgänge bei der Kernteilung.
„ „ *angustissima* O. M. — Zellinhalt.
„ *italica ambigua* (Grun.) Wislouch — Zellinhalt.
Stephanodiscus astraea Grun. — Zellinhalt.
„ *binderanus* (Kg.) Krieger — Zellinhalt.
Cyclotella comta quadrijuncta — Zellinhalt. Gallertporen.
Attheya zachariasii Brun. — Zellinhalt. Chromatophoren.
Rhizosolenia longiseta Zacharias — Zellinhalt. Leukosin.
Diatoma elongatum Ag. — Zellinhalt.
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kützing — Zellinhalt.
Fragilaria crotonensis Kitton — Zellinhalt.
Synedra acus Kützing — Zellinhalt.
Asterionella formosa Hassal — Zellinhalt.

11. Die Diatomeen, Cyanophyceen und Chlorophyceen wurden zu einer Gesamtkurve zusammengefaßt, die die Verbreitung in den einzelnen Abschnitten des Flusses, die Abhängigkeit vom Gefälle, der Wassermenge und dem Chemismus und das Verhältnis der drei Pflanzengruppen zueinander zeigt.

12. Im Plankton einiger benachbarter Seen des Oberlaufes der Havel, die miteinander in Verbindung stehen, wurden recht erhebliche Unterschiede festgestellt. Trotz der vorhandenen Ausgleichsmöglichkeit besitzen die Seen ein ausgesprochenes Lokalplankton.

13. Im Auftrieb größerer Gewässer kommen neben ausgesprochenen Planktonformen (ausgenommen sind die Pseudoplanktonten) auch solche vor, die auch benthonisch oder im Heloplankton gedeihen. Die in der Havel gefundenen Formen wurden daraufhin untersucht und festgestellt, wo sie ihre Hauptentwicklung haben.

14. Es wurde untersucht, welche Möglichkeiten zur besseren Unterscheidung der Arten gegeben sind, und wie weit davon bisher Gebrauch gemacht worden ist.

15. Die Seen der Havel gehören zum eutrophen Typus. Es wurden drei Eutrophiestufen (α-, β- γ-eutroph) unterschieden und die gefundenen Arten den verschiedenen Gewässertypen zugeteilt.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

Alten, H. v. (1913—1915), Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Lebewelt unserer Gewässer. I, II, III. Jahresber. d. Naturw. Ver. Braunschweig.

Bachmann, H. (1907), Vergleichende Studien über das Phytoplankton der Seen Schottlands und der Schweiz. Arch. f. Hydrobiologie.

— (1911), Das Phytoplankton des Süßwassers.

Bennin, E. (1921), Die Schwebewelt der Warthe bei Landsberg. Mikrokosmos.

— (1923), Centronella in der freien Warthe bei Landsberg. Schriften für Süßwasser- und Meereskunde.

Bethge, H. (1911), Das Havelplankton im Sommer 1911. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges.

— (1914), Das Plankton der Havel bei Potsdam. Arch. f. Hydrobiologie.

— (1925), *Melosira* und ihre Planktonbegleiter. Pflanzenforschung, Heft 3.

Bolochonzew (1904), Beobachtungen über das Plankton der Wolga im Sommer des Jahres 1902. Jahrb. der Biol. Wolgastation Saratow (Referat im Bot. Zentralblatt 1904).

Brunnthaler, J. (1900), Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. Verh. d. Zool.-Bot. Ges. in Wien.

— (1903), Phytoplankton aus Kleinasien. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften Wien.

Cleve-Euler, A. (1911), Das Bacillariaceen-Plankton in Gewässern bei Stockholm (Vorläufige Mitteilung). Arch. f. Hydrobiologie.

— (1912), Das Bacillariaceen-Plankton in Gewässern bei Stockholm. I., II. Zur Morphologie und Biologie einer pleomorphen Melosira. III. Über Gemeinden des schwach salzigen Wassers. Arch. f. Hydrobiologie.

— (1915), New Contributions to the Diatomaceous Flora of Finland. Arkiv för Bot.

Eldaroff-Serghuéeff, M. (1913), Das Phytoplankton im Wolgadelta im Jahre 1909. Arbeiten des Ichthyol. Laborat. in Astrachan (russisch mit franz. Résumé).

Fritsch, F. E. (1902), Preliminary Reports on the Phytoplankton of the Thames. Annals of Botany.

— (1903), Further Observations on the Phytoplanton of the River Thames. Annals of Botany.

— (1905), The Plankton of some English Rivers. Annals of Botany.

Gemeinhardt, K. (1926), Zur Zytologie der Gattung Achnanthidium. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.

— (1926), Die Gattung *Synedra*. Pflanzenforschung, Heft 6.

Goor, van (1920), Zur Charakteristik einiger Coscinodiscineae. Recueil des travaux botaniques néerlandais.

Grunow, A. (1884), Die Diatomeen von Franz-Joseph-Land. Denkschr. d. Math.-Nat. Kl. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien.

Heurck, H. van (1880/81), Synopsis des Diatomées de Belgique.

Hustedt, Fr. (1909), Süßwasser-Diatomeen Deutschlands.

— (1925), Bacillariales aus Schlesien (II. Nachtrag). Internationale Revue.

Kofoid (1894—99, 1903, 1908), The Plankton of the Illinois River. Bull. of the Illinois St. Laboratory.

Kolbe, R. W. (1925), Über das Vorkommen von Salzwasserdiatomeen im Binnenlande. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.

— (1927), Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. (Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietes.) Pflanzenforschung, Heft 7.

Kolkwitz, R. (1908), Elbe, Hydrobiologie und Zellstoffindustrie. Wochenbl. f. Papierfabrikation.

— (1911), Die Bezeichnungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mitt. a. d. Kgl. Prüfungsanst. f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung.

— (1912), Quantitative Studien über das Plankton des Rheinstromes. Mitt. a. d. Kgl. Prüfungsanst. f. Wasserversorgung.

— (1912), Das Plankton des Rheinstroms von seinen Quellen bis zur Mündung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.

— u. Ehrlich (1917), Chemisch-biologische Untersuchungen der Elbe und Saale. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanst. f. Wasserversorgung.

Krieger, W. (1927), Die Gattung *Centronella*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.

Lauterborn, R. (1896), Über das Vorkommen der Diatomeengattungen *Attheya* und *Rhizosolenia* in den Altwässern des Oberrheins. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.

— (1901), Beiträge zur Mikrofauna und -flora der Mosel. Zeitschr. f. Fischerei.

— (1905), Die Ergebnisse einer biologischen Probeuntersuchung des Rheins. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt.

— (1904, 1906), Beiträge zur Fauna und Flora des Oberrheins und seiner Umgebung. Pollichia. Mitt. d. Naturw. Ver. d. Rheinpfalz.

— (1907—10), Berichte über die Ergebnisse der biologischen Untersuchung des Rheins. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt.

— (1910), Die Vegetation des Oberrheins. Verh. d. Naturw.-Med. Ver. zu Heidelberg.

— (1916—18), Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. Sitz.-Ber. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch.

Lemmermann, E. (1904), Das Plankton schwedischer Gewässer. Arch. f. Bot.

— (1906), Das Phytoplankton des Menam. Hedwigia, Bd. 48.

— (1907), Das Plankton des Jang-tse-kiang. Arch. f. Hydrobiol.

— (1907), Das Plankton der Weser bei Bremen. Arch. f. Hydrobiol.

— (1910), Das Phytoplankton des Paraguay. Arch. f. Hydrobiol.

Limanowska (1912), Die Algenflora der Limmat. Arch. f. Hydrobiol.

Marsson, M. (1900), Unsere Spree. Mitt. d. Fischereiver. d. Prov. Brandenburg.

— (1907—10), Berichte über die Ergebnisse der biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz—Koblenz. Arb. a. d. Kais. Ges.-Amt.

— Lindau, Schiemenz, Elsner, Proskauer, Thiesing (1901), Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorflutersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze. Vierteljahrsh. f. gerichtl. Med. u. öffentl. Sanitätswesen.

Meißner, V. (1907), Das Plankton des Aralsees und der einmündenden Flüsse. Biol. Zentralbl.

Meister, Fr. (1912), Die Kieselalgen der Schweiz. Beiträge z. Kryptogamenflora d. Schweiz.

Migula, W. (1907), Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich-Ungarn und der Schweiz, Bd. 2, Teil 1.
Müller, O. (1895), Die Bacillariaceen im Plankton des Müggelsees bei Berlin. Zeitschr. f. Fischerei.
— (1899), Bacillariaceen aus den Natrontälern von El Kab. Hedwigia.
— 1903), Sprungweise Mutation bei Melosiren. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.
— (1903—05, 1910), Bacillariaceen aus dem Njassalande und einigen benachbarten Gebieten. Englers Bot. Jahrb.
— (1906), Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. Jahrb. f. wissensch. Bot.
Naumann, E. (1921), Einige Grundlagen der regionalen Limnologie. Lunds Universitets Arsskrift.
Ostenfeld, C. H. (1905), A regular forthnightly exploration of the plankton of the two Icelandic lakes, Thingvallavatn and Myvatn. Proc. of Royal Soc. of Edinburgh.
— (1908), The phytoplankton of the Aral Sea and its affluents with an enumeration of the algae observed. Wissensch. Ergebn. d. Aral-Expedition.
Oye, P. van (1922), Zur Biologie des Potamoplanktons auf Java. Internat. Revue.
— (1926). Le Potamoplankton du Ruki au Congo-Belge et des pays chauds en général. Internat. Revue.
Prowazek, S. (1899), Das Potamoplankton der Moldau und Wotawa. Verh. d. k. k. Zool.-Bot. Ges. in Wien.
Quirmbach, J. (1912), Studien über das Plankton des Dortmund-Emskanals und der Werse bei Münster. Arch. f. Hydrobiol.
Rheinhardt, L. (1904), Zur Kenntnis des Phytoplanktons von Donjec. Arb. d. Naturf. Ges. a. d. Univ. Charkow.
Rosenthal, M. (1914), Das Kammerplankton der Spree bei Berlin. Int. Revue.
Ruttner (1906), Die Mikroflora der Prager Wasserleitung. Arch. d. naturw. Landesdurchforschung von Böhmen.
Schenck, H. (1893), Über die Bedeutung der Rheinvegetation für die Selbstreinigung des Rheins. Zentralbl. f. Gesundheitspflege.
Schönfeldt, H. v. (1913), Bacillariales aus Pascher: Süßwasserflora Deutschlands, Österreich-Ungarns und der Schweiz. Heft 10.
Schorler, B. (1897), Gutachten über die Vegetation der Elbe und ihre Bedeutung für die Selbstreinigung derselben.
— (1900), Das Plankton der Elbe bei Dresden. Zeitschr. f. Gewässerkunde.
Schröder, B. (1897), Über das Plankton der Oder. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.
— (1899), Das Plankton des Oderstromes. Forschungsber. a. d. biol. Station Plön.
— (1918), Teich- und Flußplankton. Die Naturwissenschaften.
Schütt, F. (1896), Bacillariales in Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien.
Seligo, A. (1908), Tiere und Pflanzen des Seenplanktons.
— (1920), Das Leben im Weichselstrom. Mitt. d. Westpreußischen Fischereiver.
Selk, H. (1907), Beiträge zur Kenntnis der Algenflora der Elbe und ihres Gebietes. Jahrb. d. Hamb. wissensch. Anstalten.
— (1918), Beiträge II. Mitt. a. d. Inst. f. allg. Bot. in Hamburg.
Skorikow, A. S. (1902), Die Entstehung des Potamoplanktons in Rußland. Biol. Zentralbl.
— (1904), Über das Sommerplankton der Newa und aus einem Teil des Ladogasees. Biol. Zentralbl.
— (1905), Beobachtungen über das Plankton der Newa. Biol. Zentralbl.
v. Torka (1909), Diatomeen aus der Warthe bei Posen. Zeitschr. d. Naturw. Abt. d. Deutsch. Ges. f. Kunst u. Wissensch. in Posen.
Utermöhl, H. (1925), Limnologische Phytoplanktonstudien. Arch. f. Hydrobiol.

Volk, R. (1901—06), Hamburgische Elbuntersuchungen. Mitt. a. d. naturhist. Mus. d. Hamb. wiss. Anstalten.
— (1907), Über die biologische Elbuntersuchung des Naturhistorischen Museums in Hamburg. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Rostock und Lübeck.
Wislouch, S. M. (1921), Materialien zur Diatomeenflora des Gouvernements Jaroslaw. (Russisch.)
— (1924), Neuere Untersuchungen über die Diatomeen des Baikalsees. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.
— (1926), Untersuchungen über das sommerliche Phytoplankton der Wigryseen. Compt. Rend. de la Station Hydrobiol. de Wigry.
Zacharias, O. (1898), Das Potamoplankton. Zool. Anz.
— (1903), Über das Phytoplankton des Themsestromes. Biol. Zentralbl.
Zernow, S. A. (1900), Bemerkungen über das Zooplankton der Flüsse Schoschna und Wjatka. Revue internat. pêche et pisciculture.
Zykoff, W. (1902), Das pflanzliche Plankton der Wolga bei Saratow. Biol. Zentralbl.
— (1903), Bemerkungen über das Plankton der Altwässer des oberen Jenisseis. Zool. Anzeiger.
— (1903), Über das Winterplankton der Wolga bei Saratow. Zool. Anz.
— (1906), Bemerkungen über das Plankton des Wolgadeltas. Zool. Anz.
— (1906), Über das Winterplankton der Wolga bei Romanow—Borinoglebsk. Zool. Anzeiger.
— (1908), Das Plankton des Flusses Irtisch und seiner Nebenflüsse Bukow und Tabol. Zool. Anzeiger.

Register.

A.

Actinastrum hantzschii 47, 54, 58.
— — obtusum 47, 59.
Anabaena flos aquae 41, 50, 53, 56.
— hassallii 41, 50, 53, 56.
— lemmermannii 41, 53, 56.
— macrospora 41, 50, 53, 56.
— spiroides 41, 50, 53, 56.
Ankistrodesmus falcatus 48, 54, 58.
— pfitzeri 48, 54, 58.
— setiger 48, 54, 58.
Aphanizomenon flos aquae 41, 50, 53, 56.
Asterionella formosa 38, 50, 51, 60.
Attheya zachariasii 28, 43, 50, 52, 56, 60.
Auxosporen 9, 13, 15, 17, 20, 21, 23, 59.

B.

Bachtypen 2.
Benthosformen 52.
Botryococcus braunii 40.

C.

Centronella reicheltii 31, 53, 56.
Ceratium cornutum 43, 54, 57.
— hirundinella 44, 51, 54, 57.
Chemismus der Gewässer 4, 7.
Chodatella ciliata 46, 54, 57.
Chroococcus dispersus 40, 53, 56.
— limneticus 40, 50, 53, 56.
Closterium aciculare 48.
Coelastrum cambricum intermedium 48, 50, 54, 58.
— microporum 48, 50, 54, 58.
— reticulatum 48, 54, 58.
Coelosphaerium kützingianum 40, 53, 56.
— naegelianum 40, 50, 53, 56.
Coscinodiscus subtilis 28, 52, 56, 60.
Cosmarium depressum 48.
Crucigenia rectangularis 50, 54, 58.
— triangularis 47, 54, 58.
Cyclotella comta 25, 50, 52, 56.
— — quadrijuncta 26, 52, 56, 60.
— — radiosa 25.
— dubia 22, 52, 56, 59.
— — spinulosa 23.
— kützingiana 26, 52, 56, 59.
— — parva 27.
— — planetophora 27.
— — radiosa 27.
— meneghiniana 24, 50, 52, 56, 59.
— — rectangulata 25.
— stelligera 24.
Cymatopleura elliptica 53, 56.
— solea 53, 56.

D.

Dauersporen 15, 28, 29.
Detritusgehalt 4.
Diatoma elongatum 30, 50, 51, 52, 56, 60.
— — actinastroides 31, 52, 56, 59.
Dictyosphaerium ehrenbergianum 48, 50, 54, 58.
— pulchellum 48, 50, 54, 58.
Dinobryon cylindricum 42, 53, 57.
— divergens 42, 51, 53, 57.
— sertularia 43, 51, 53, 57.
— sociale 43, 51, 53, 57.
— stipitatum 43, 53, 57.

E.

Entnahmestellen 6.
Eudorina elegans 44, 51, 54, 57.

F.

Fragilaria capucina 33, 50, 53, 56.
— construens 34, 50, 53, 56.
— crotonensis 32, 50, 51, 53, 56, 60.
— intermedia 33, 50, 53, 56.
— pinnata 53, 56.
— — elliptica 34, 50, 53, 56.

G.

Gefälle der Havel 8.
Gliederung der Havel 5, 49.
Gloeococcus schroeteri 44, 50, 54, 57.
Gloeotrichia echinulata 41, 49, 50, 51, 53, 56.

H.

Heloplankton 52.
Hofmania lauterbornii 47, 54, 58.
Hyalobryon lauterbornii 43, 51, 53, 57.

K.

Kirchneriella lunaris 47, 50, 54, 58.

L.

Limnoplankton 52.
Lokalplankton 50.
Lyngbya limnetica 41, 53, 56.

M.

Mallomonas acaroides 41, 53, 57.
— caudata 41, 53, 57.
— dubia 41, 53, 57.
— producta 41, 53, 57.
— tonsurata 41, 53, 57.
Marssoniella elegans 41, 53, 56.
Melosira granulata 8, 43, 50, 51, 52, 56, 60.
— — angustissima 11, 50, 52, 56, 59, 60.
— — curvata 12, 52, 56.
— — helvetica 12, 52, 56, 59.
— italica 14, 52, 56.
— — ambigua 15, 50, 52, 56, 60.
— — crenulata 16, 52, 56.
— varians 17, 50, 52, 56.

Merismopedia elegans 41, 53, 56.
— tenuissima 41, 53, 56.
Microcystis aeruginosa 40, 50, 53, 56.
— elabens 40, 53, 56.
— flos aquae 40, 50, 53, 56.
— holsatica 40, 53, 56.
— pulverea incerta 53, 56.
Milieufaktoren 4, 7.
Mougeotia spec. 48, 50.

N.

Nitzschia acicularis 39, 50, 53, 56.
— kützingiana 39, 53, 56.

O.

Oocystis elliptica 46, 54, 57.
— naegelii 46, 50, 54, 57.
— pelagica 46, 54, 57.
— solitaria 46, 54, 57.
Oscillatoria agardhii 41, 53, 56.

P.

Pandorina morum 44, 51, 54, 57.
Pediastrum biradiatum 46, 54, 57.
— boryanum 45, 50, 54, 57.
— — divergens 45.
— — forcipatum 45.
— — granulatum 45.
— — longicorne 45.
— — perforatum 45.
— — subuliferum 45.
— — undulatum 45.
— clathratum 54, 57.
— — punctatum 45.
— duplex 45, 50, 54, 57.
— — asperum 45.
— — clathratum 45.
— — gracillimum 45.
— — microporum 45.
— — reticulatum 45.
— — rugulosum 45.
— — subintegrum 45.
— integrum 45, 54, 57.
— kawraiskyi 45, 54, 57.
— simplex 54, 57.
— — granulatum 45.
— — radians 45.
— tetras 46, 50, 54, 57.
Pleomorphismus 11, 59.

R.

Rhizosolenia longiseta 29, 50, 52, 56, 60.
Richteriella botryoides 46, 54, 57.

S.

Scenedesmus acuminatus 46, 54, 57.
— arcuatus 47, 54, 58.
— bijugatus 54, 58.
— — alternans 47.
Scenedesmus denticulatus 46, 54, 57.
— obliquus 46, 54, 57.
— opoliensis 47, 54, 57.
— quadricauda 46, 50, 54, 57.
— — dispar 47.
— — horridus 47.
— — setosus 46.
— serratus 46, 54, 57.
Schizochlamys delicatula 44, 50, 51, 54, 57.
Seentypen 3.
Selenastrum bibraianum 48, 54, 58.
Staurastrum avicula 48.
— gracile 48.
— paradoxum 48, 50.
— pseudopelagicum 48.
Stephanodiscus astraea 17, 50, 52, 56, 59, 60.
— binderanus 21, 43, 52, 56, 59, 60.
— hantzschii 19, 52, 56, 59, 60.
— pusillus 20, 50, 52, 56, 59, 60.
Strömungsgeschwindigkeit 4.
Surirella biseriata 53, 56.
Syncrypta volvox 42, 53, 57.
Synedra actinastroides 37, 53, 56.
— acus 34, 50, 53, 56, 60.
— — angustissima 34.
— — delicatissima 34.
— — ostenfeldii 36, 53, 56, 59.
— berolinensis 37, 53, 56, 59.
— cyclopum 37, 53, 56, 59, 60.
— limnetica 37.
Synura uvella 42, 53, 57.

T.

Tabellaria fenestrata 29, 52, 56, 60.
— — asterionelloides 29, 50, 52, 56.
— — geniculata 30.
— — intermedia 29.
— — willei 30.
— flocculosa 30.
— — pelagica 30.
Teichtypen 3.
Tetracoccus botryoides 46, 54, 57.
Tetraëdron caudatum 46, 54, 57.
— hastatum 46, 54, 57.
— horridum 46, 54, 57.
— limneticum 46, 54, 57.
— spinulosum 46, 54, 57.
— trigonum 46, 54, 57.
Tetraspora lacustris 44, 50, 54, 57.
Trophiestufen 55.

U.

Uroglena volvox 42, 51, 53, 57.
Uroglenopsis americana 42, 53, 57.

V.

Variationstendenzen 23, 24, 26, 27.
Volvox aureus 44, 51, 54, 57.

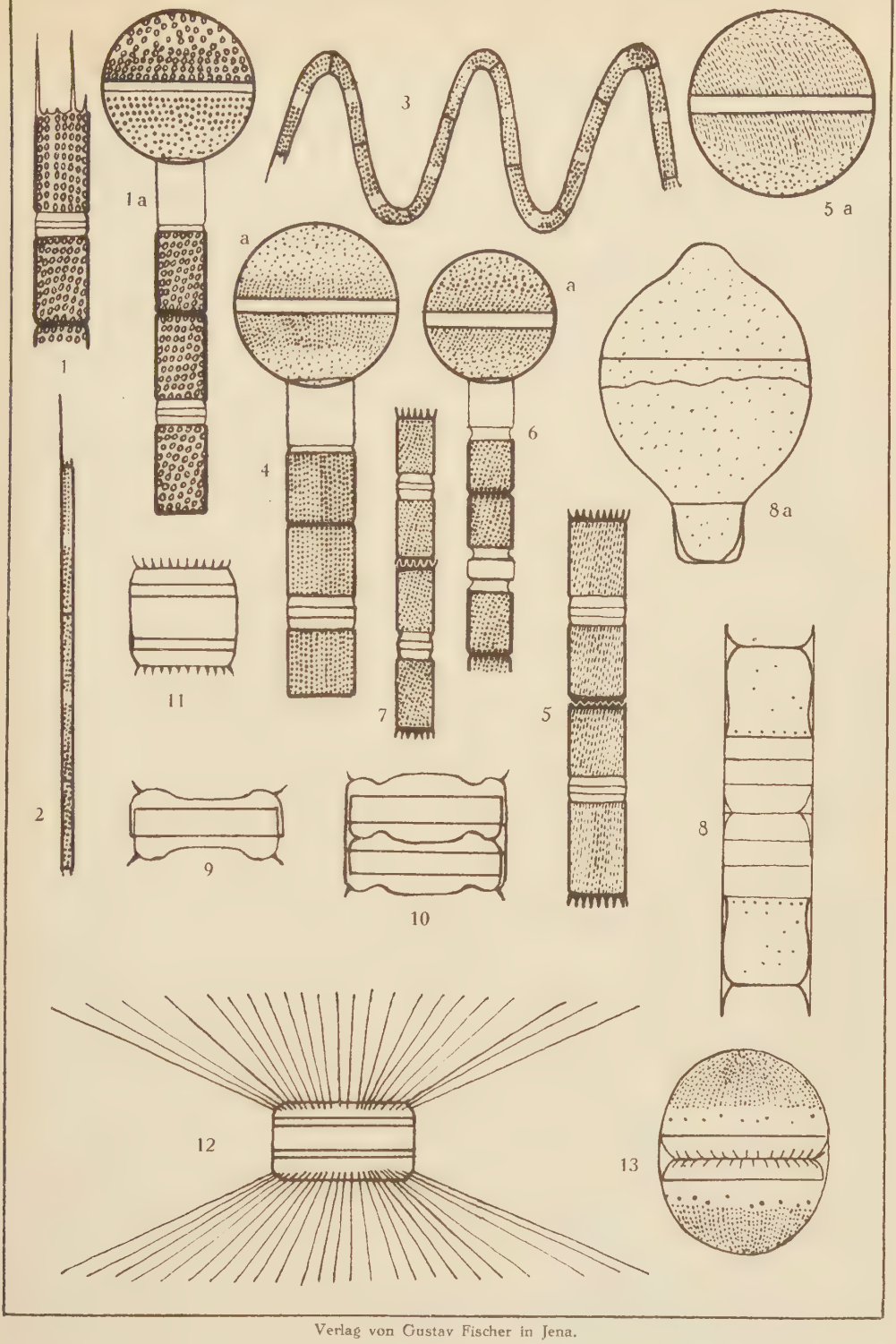
Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 5658

Tafel I.

Tafel I.

Vergr. 1000 : 1.

Fig. 1. *Melosira granulata* (Ehrbg.) Ralfs.
„ 1a. „ „ (Auxospore).
„ 2. „ „ *angustissima* O. M.
„ 3. „ „ *curvata* Grun.
„ 4. „ „ *helvetica* (O. M.) A. Cleve.
„ 4a. „ „ „ (Auxospore).
„ 5. *Melosira italica* (Ehrbg.) Kützing.
„ 5a. „ „ (Auxospore).
„ 6. „ „ *ambigua* (Grun.) Wislouch.
„ 6a. „ „ „ (Auxospore).
„ 7. „ „ *crenulata* Kützing.
„ 8. „ *varians* Ag.
„ 8a. „ „ (Auxospore).
„ 9.
„ 10. } *Stephanodiscus astraea* Grun.
„ 11. „ *hantzschii* Grun.
„ 12. „ „ (mit Kieselborsten).
„ 13. „ „ (Auxospore).



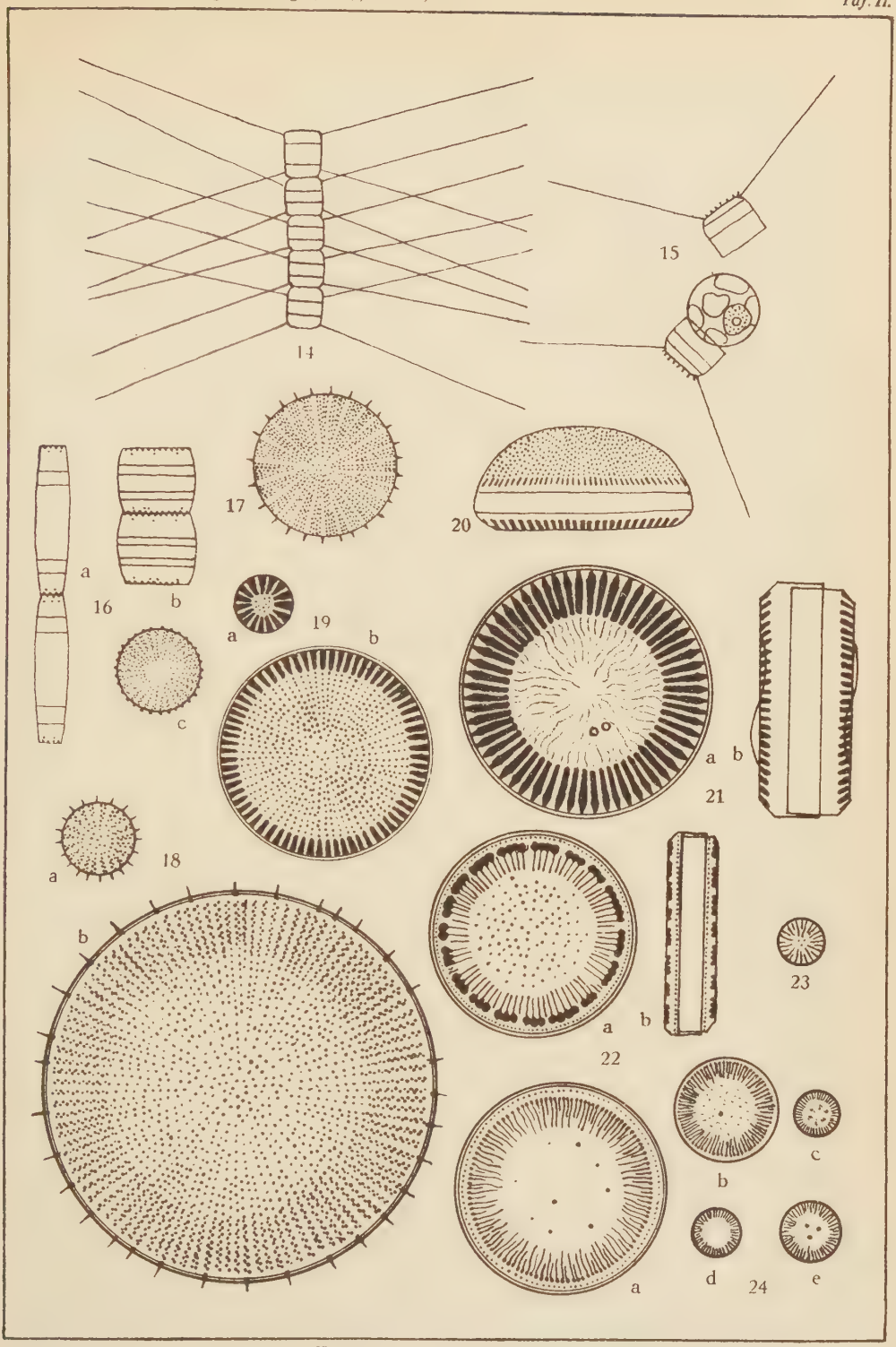
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel II.

Tafel II.

Mit Ausnahme von Fig. 14 Vergr. 1000 : 1.

Fig. 14. *Stephanodiscus pusillus* (Grun.) Krieger 600 : 1.
„ 15. „ „ Auxospore.
„ 16a, b. „ *binderanus* (Kütz.) Krieger.
„ 16c. „ „ Schalenansicht.
„ 17. „ *hantzschii* Grun.
„ 18a, b. „ *astraea* Grun.
„ 19a, b. *Cyclotella dubia* Fricke.
„ 20. „ „ Auxosporenhälfte.
„ 21a, b. „ *meneghiniana* Kützing.
„ 22a, b. „ *comta quadrijuncta* Schroeter,
„ 23. „ *comta* (Ehrbg.) Kützing (kleine Form).
„ 24a, b. „ *kützingiana* Thwaites.
„ 24c. „ „ *radiosa* Fricke.
„ 24d. „ „ *parva* Fricke.
„ 24e. „ „ *planetophora* Fricke.



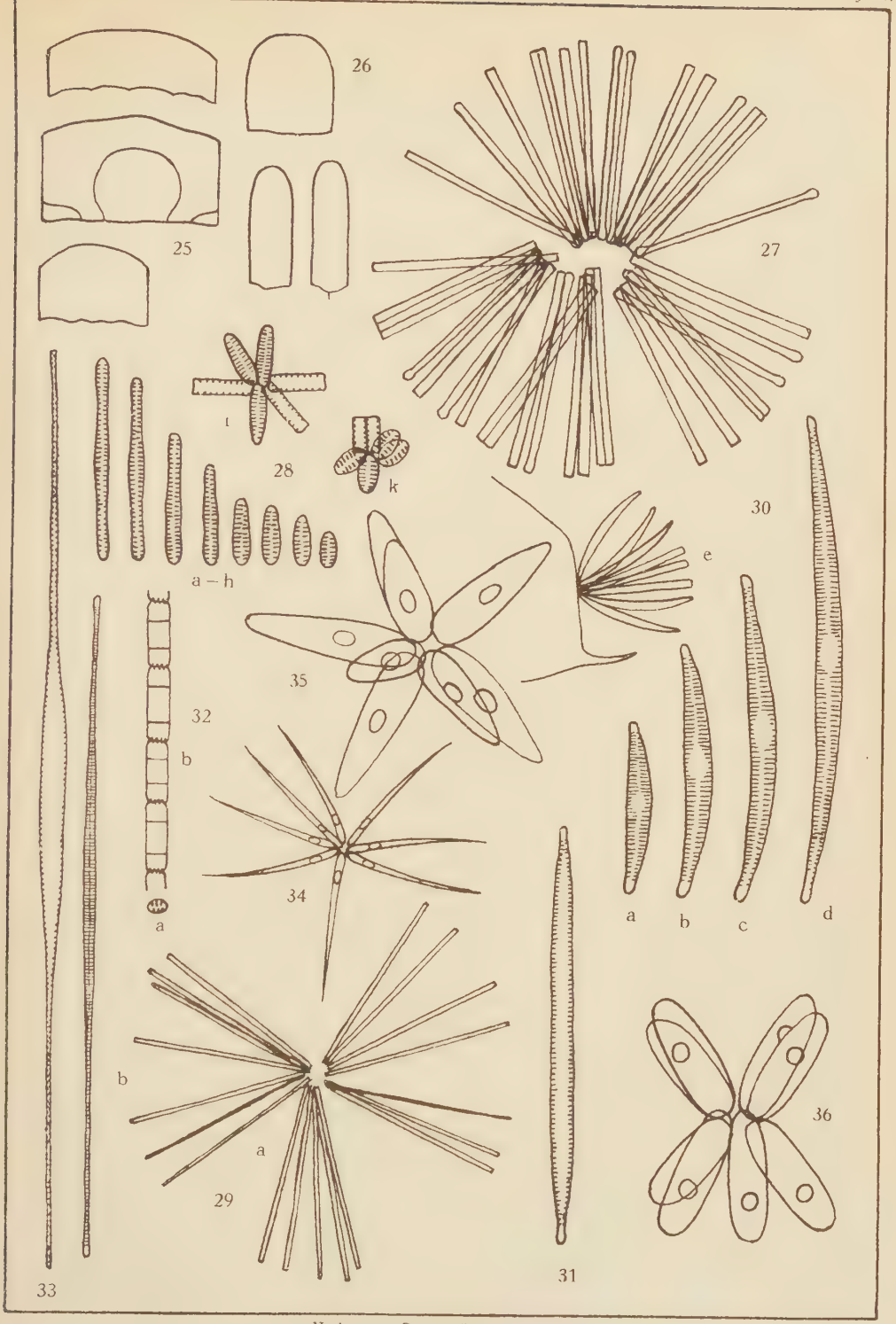
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel III.

Tafel III.

Mit Ausnahme von Fig. 27, 29, 30 Vergr. 1000 : 1.

Fig. 25. *Attheya zachariasii* Brun. Dauersporen.
„ 26. *Rhizosolenia longiseta* Zacharias Dauersporen.
„ 27. *Diatoma elongatum actinastroides* Krieger 500 : 1.
„ 28a—h. *Synedra berolinensis* Lemmermann.
„ 28i, k. „ „ Kolonien der kurzen Form.
„ 29a, b. „ *acus ostenfeldii* Krieger (Kolonie 500 : 1).
„ 30a—d. „ *cyclopum* Brutschy.
„ 30e. „ „ auf Bosmina 500 : 1.
„ 31. „ *actinastroides* Lemmermann.
„ 32a, b. *Fragilaria pinnata elliptica* (Schum.) Carlson.
„ 33. *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Smith.
„ 34.
„ 35. } *Actinastrum hantzschii* Lagerh.
„ 36. „ „ *obtusum* Krieger.

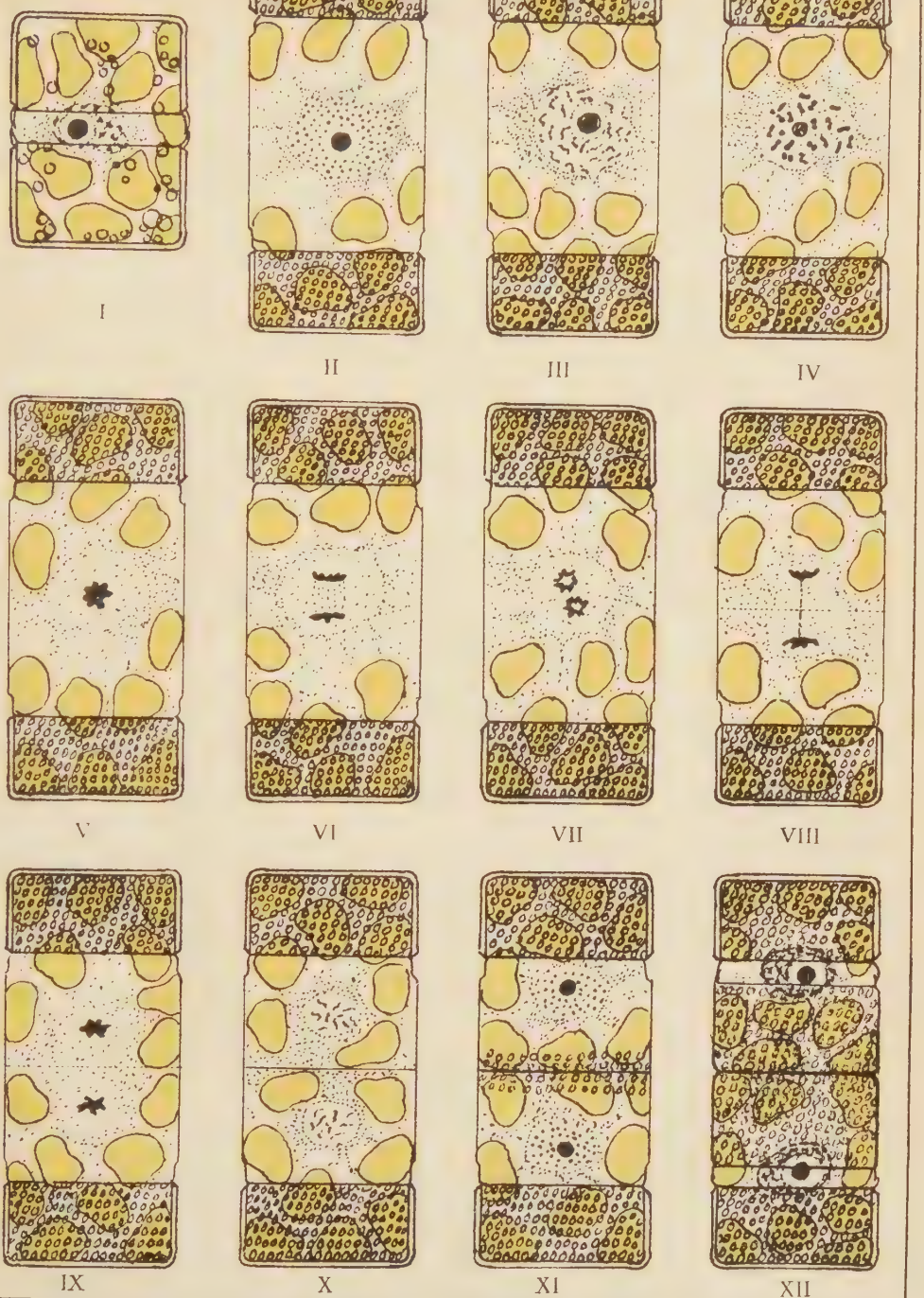


Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel IV.

Tafel IV.

Kernteilung von *Melosira granulata* (Ehrbg.) Ralfs. 2000 : 1.



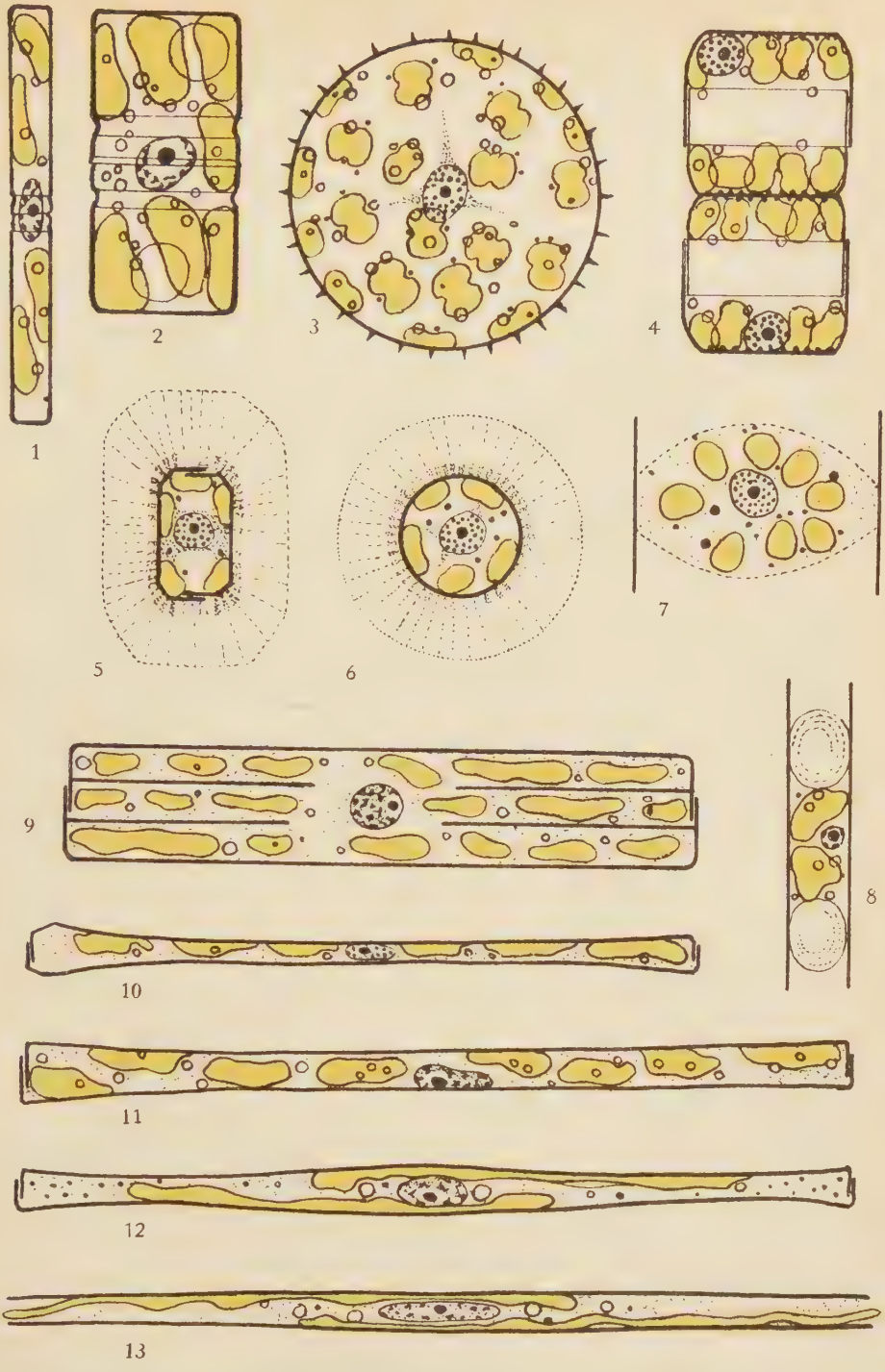
Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Tafel V.

Tafel V.

Vergr. 1000 : 1.

Fig. 1. *Melosira granulata angustissima* O. M. 1500 : 1.
„ 2. „ *italica ambigua* (Grun.) Wislouch 1500 : 1.
„ 3. *Stephanodiscus astraea* Grun.
„ 4. „ *binderanus* (Kütz.) Krieger.
„ 5, 6. *Cyclotella comta quadrijuncta* Schroeter.
„ 7. *Attheya zachariasii* Brun.
„ 8. *Rhizosolenia longiseta* Zacharias.
„ 9. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kützing.
„ 10. *Asterionella formosa* Hassal.
„ 11. *Diatoma elongatum* Ag.
„ 12. *Fragilaria crotonensis* Kitton.
„ 13. *Synedra acus* Kützing.



Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Lebenslauf.

Ich, Willi Richard Erich Krieger, wurde am 21. Oktober 1886 als Sohn des Kaufmanns W. Krieger in Berlin geboren. Ich besitze die preußische Staatsangehörigkeit und bin evangelischen Bekenntnisses.

Von 1894—1902 besuchte ich die Volksschule meines Geburtsortes. Meine seminaristische Ausbildung erhielt ich in den Jahren 1902—1908 in Berlin. Die vorgeschriebene Ergänzungsprüfung legte ich im Jahre 1921 ab.

An der Universität in Berlin hörte ich seit dem Jahre 1908 zuerst mit Unterbrechung, dann fortlaufend Botanik, Zoologie, Philosophie und Chemie. Am Feldzuge habe ich vom Frühjahr 1915 bis zum November 1918 teilgenommen.

Das Rigorosum bestand ich am 24. November 1926. Seitdem halte ich mich in Berlin auf.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Prof. Dr. v. Buddenbrock, Claussen, Dessoir, Diels, Engler, Graebner, Haberlandt, Hartmann, Heider, Kniep, Kolkwitz, Liebert, Lindau, Magnus, Maier, Nernst, Pschorr, Schlenk, Fr. E. Schulze.

Ihnen allen, besonders Herrn Prof. Dr. Clausfen und Herrn Prof. Dr. Kolkwitz, bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.